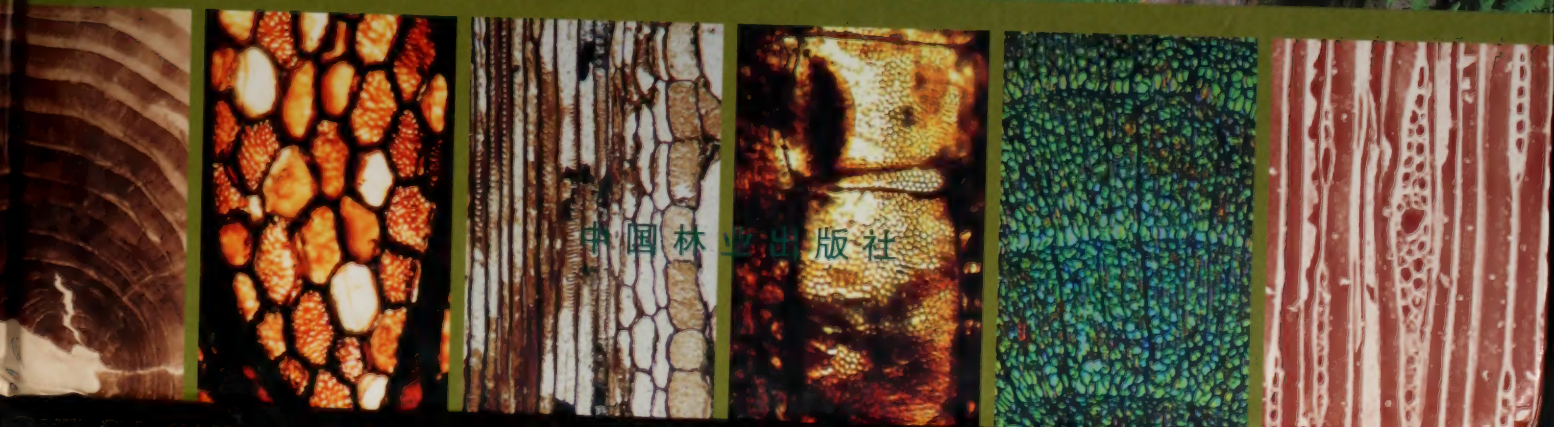


中国木化石

深圳市城市管理局
深圳仙湖植物园 编著
国土资源部沈阳地质矿产研究所



中国林业出版社



中国本化石

崔金钟 先生惠赠

特此为念，谨致谢忱

58.3312 /
549

中国木化石

深圳市城市管理局

深圳仙湖植物园 编著

国土资源部沈阳地质矿产研究所

崔金钟赠书



中国林业出版社

中科院植物所图书馆



S0050057

顾问: 吴子俊 叶 果 陈谭清

编著者: 张 武^① 李 勇^② 郑少林^① 李 楠^② 王永栋^③

杨小菊^③ 杨家驹^④ 宸铁梅^⑤ 傅晓平^②

图书在版编目(CIP)数据

中国木化石 / 深圳市城市管理局等编著. —北京: 中国林业出版社, 2006.7

ISBN 7-5038-4504-X

I. 中... II. 深... III. 木化石—中国 IV. Q914.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2006) 第062636号

出版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同7号)

网址: www.cfph.com.cn E-mail: cfphz@public.bta.net.cn

电话: (010) 66184477

统筹: 李新芬

发行: 新华书店北京发行所

印刷: 深圳中华商务安全印务股份有限公司

版次: 2006年7月第1版

印次: 2006年7月第1次

开本: 889mm × 1194mm 1/16

印张: 23

字数: 600 千字

印数: 1-2000 册

定价: 268.00 元

作者通讯录:

① 国土资源部沈阳地质矿产研究所, 沈阳, 邮编: 110032; E-mail: syzwu@yahoo.com.cn

② 深圳仙湖植物园, 深圳, 邮编: 518004; E-mail: liyong@szum.gov.cn

linan@szum.gov.cn

haiguiisrael@hotmail.com.cn

③ 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京, 邮编: 210008; E-mail: ydwang@nigpas.ac.cn

xjyang@nigpas.ac.cn

④ 中国林业科学院木材工业研究所, 北京, 邮编: 100091; E-mail: jhyang@forestry.ac.cn

⑤ 山西农业大学, 太谷, 邮编: 030801; E-mail: yitiemei@yahoo.com.cn

序

古植物学中木化石的研究是一个重要而又比较独立的分支学科，早在19世纪中叶欧洲科学家 Endlicher 和 Goeppert 等已经在这方面做了相当深入的工作，研究对象主要是地层中最常见的松柏类等的次生木质部。由于次生木质部本身性状的局限性，同时又因保存分散，木化石和地层中保存下来的、数量最大的枝叶化石以及最有分类价值的繁殖器官相互之间的关系往往不易确定，难以对古植物整体重建提供有力的依据，长期以来，这一分支学科的发展一直相当缓慢。20世纪后期电子显微镜等新技术的应用，为古植物角质层、孢粉和繁殖器官等，特别是中化石（mesofossils）的深入研究开辟了新的领域和宽广的前景，但并没有明显地推动木化石的研究。无论在国际上和我国，目前木化石的研究通常只是古植物学家们附带性的工作，这方面的成果和论著也相对较少，系统综合研究更是相当缺乏。实际上，木化石不仅通常数量可观、细胞组织结构清晰，而且保存完好的具有髓部和初生木质部的标本、较难保存的疏木型和被子植物木材以及珍稀的和枝叶相连生的标本等往往具有很高的学术价值。在很少有古植物学家专门从事木化石的采集和研究的情况下，这些重要的标本很容易被忽视甚至失之交臂。可以说由于缺乏足够的重视，人们对木化石在植物分类和系统发育方面以及环境研究的潜在价值尚未有充分和全面的认识。

我国幅员辽阔，地层发育齐全，木化石资源相当丰富。虽然植物界和古植物界前辈张景钺、斯行健和徐仁等做了不少开创性的工作，为我国木化石的研究奠定了基础，改革开放以后，从晚古生代到第四纪的木材化石研究都取得许多重要进展，不足的是研究工作比较分散、材料研究深入和详细程度不等。近年来，深圳仙湖植物园积极开展我国甚至世界各地木化石的采集、收藏和展出，并且邀请、支持和组织国内木化石专家合作研究，大大地促进和推动了这方面的工作。除了开展一些比较珍稀（苏铁类、早期的具螺旋管胞的）木材专题研究以外，着重对中国木化石进行综合研究。经过一年多的时间，张武研究员等专家们在研究分析国际、国内木化石研究的现状和动态的基础上，系统整理、记述了国内自1929年以来发表的、产自15个省（区）数百个产地石炭纪至第四纪的木化石106属、181种木化石，对它们的地质、地理分布规律作了归纳和综述，讨论了它们的古气候、古环境含义，并对银杏目、苏铁目和松柏目的部分支系早期历史和演化过程进行了探索，完成了当前这本我国首次编撰的一部木化石的系统性论著。

由于木化石本身研究难度大，加上资料来源复杂，收录的属种保存状况和研究程度不同等种种因素带来的某些不足和缺点，编著这样一本论著的过程中遇到许多困难也是可以想象的。就我所知，在国际上只有匈牙利 Greguss 教授和德国 Vogellehner 教授等做过类似的工作。本书则是综合了国内有关现代和化石木材专家的经验 and 学识，内容更全面，体现了集体创作的特点。通过不同学术背景学者合作研究和系统总结，不仅为国际、国内学术界提供一本内容丰富翔实、图表清晰和美观的木化石研究的重要参考书，也为我国木化石学科发展构筑了一个良好的平台、拓宽了今后的研究道路。我们应该感谢具有卓见的本书的策划组织者和辛劳的编著者们做出的贡献。

周志夫

2006年元月20日

前言

在中国,自晚古生代以来,海陆交互相和陆相地层较为发育,不仅含有丰富的植物化石,同时亦有大量的木化石相伴出现。特别是中生代以来,中国处于环太平洋火山活动带内,由于大规模的火山喷发活动,提供大量的硅酸溶液,形成许多的硅化木。所以,中国的木化石资源非常丰富。但相比之下,木化石的研究程度要比叶部化石低得多,而且对木化石的研究起步较晚,有许多珍稀的木化石尚不为世人所知。迄今为止,还没有一部能够反映我国木化石整体面貌的专门著作。

中国深圳仙湖植物园自1997年开始搜集木化石,1999年建成了国内外最大的迁地保护的木化石森林。到目前已搜集保存的国内外木化石标本约800多根。它不仅是我国最大的木化石异地收藏与保护基地,也是世界大规模木化石收藏与保护基地之一。这些木化石不但能够供给广大人民群众观赏,也是开展科普教育和科学研究的良好基地。

为了进一步扩大改革开放的成果,提高仙湖植物园木化石收藏品的科技含量和深圳仙湖植物园的知名度,促进我国古木材解剖学的发展,亟待编写一部具有较高科技水平、深入浅出、图文并茂的中国木化石专著。由深圳市城市管理局出资、沈阳地质矿产研究所与深圳仙湖植物园负责,张武同志出面组织与其它单位同志共同合作完成《中国木化石》一书的编写和出版工作。参加编写的人员由深圳仙湖植物园李勇博士、李楠博士、傅晓平硕士,沈阳地质矿产研究所张武研究员、郑少林研究员,中国科学院南京地质古生物研究所王永栋研究员、杨小菊研究员,中国林业科学研究院木材工业研究所杨家驹研究员,山西农业大学林学院宸铁梅博士组成。

该书的编写从2004年8月至2006年3月,历时1年半。书中主要包括,从晚古生代到新生代的裸子植物和被子植物化石木材,共收集了我国15个省(区)105个化石产地的木化石进行研究和编写。本书不仅对106个属、181个种,其中有3个新属、10个新种进行了系统分类研究和主要特征的描述,而且对木化石的成因、木材解剖构造的演化趋势及其所反映的古气候、古环境等进行了探讨。

在该书编写过程中,由于时间短、任务重,除了充分利用前人的研究成果之外,仅对我们多年来积累的标本以及少量新搜集的标本加以详细研究,为本书提供了一些新材料。本书的编写对提高我国木化石的研究程度、对研究中国及世界相关地质时期的古气候、古环境、古地理的恢复、植物的发展与演化及地球的地质发展历史等均具有重要的参考价值;也能为相关教学和科普提供有意义的参考资料。

在本书的编写过程中,多次得到中国科学院院士、中国科学院南京地质古生物研究所周志炎教授悉心指导,并对文稿反复审阅,提出很多极其宝贵的意见和建议。另外,中国矿业学院田宝霖教授,北京博物馆馆长、中国科学院北京植物研究所李承森教授,中科院北京植物研究所王士俊教授和崔金钟教授以及吉林大学古生物学、地层学研究中心孙革教授等对文稿进行仔细审校,并提供许多宝贵建议和资料。笔者在此一并致以深切谢意。

李勇

编者的话

我国是一个幅员辽阔、生物化石资源丰富的国家。我国的木化石资源也是极为丰富的，其产出层位之多，分布面积之广，保存数量和种类之多，保存质量之完好，堪称世界之最。本书研究的木化石只是其中的一部分，重点研究具有良好解剖构造的晚古生代—新生代的裸子植物和被子植物木化石，而对那些也有一定木质结构的植物化石，如石松类的薄皮木*Leptophloeum* Daws, 鳞木*Lepidodendron Sternb*等（李承森等，1990，1995；田宝霖等，1995；耿宝印，1990），真蕨类的紫萁根茎化石*Ashicaulis* (*Osmundacaulis*) Tidwell（王自强，1983a、b；张武等，1991）、古紫萁类*Palaeosmunda* Gould（李中明，1983）和蕨类茎干辉木*Psaronius* Cotta（田宝霖等，1992，1993）等等，从广义的角度上来说，它们也是木化石，但是，由于时间和篇幅所限，所以本书没有将它们收入其中。

我国发现木化石的产地很多，全国有几百个点，我们这次仅研究了一部分，还有很多地方的标本来不及研究，如新疆罗布泊、四川自贡长山岭、湖南古丈县高峰乡、海南定安县塔岭开发区、广东江会县古南镇文龙村、江西黎川县湖坊乡、西藏阿里地区改则县多桑乡、甘肃北县马鬃山、内蒙古兴河县等地都有木化石报道，有的已搜集了标本，只是由于时间关系没来得及研究，大量木化石的研究工作将留给后来人，我们今天的工作只是抛砖引玉罢了。

在拟定本书的编写提纲时有两种思路：其一，全书采用系统分类，好处是可以使木材分类系统保持完整性，从而避免重复；其二，全书采用分断代描述，这样便于从事不同断代的研究者使用方便。为使两者兼顾，本书在第二章第四节特地安排一个系统分类部分；而第三章至第七章则是按断代进行描述。这样安排的客观原因也是由于参加编写的作者多半都是从事断代研究的学者，加之他们又是分散各地，不易集中讨论和文献的交叉使用。

关于新生代的木化石，特别是被子植物的系统分类与命名问题，虽然目前在国际上的多数学者采用在自然属名之后加上化石木材的“-xylon”词尾，以示同现生木材的区别。但是当这些木材与现代自然属种的木材确属相同时，也可以直接使用现代自然属的名称。而且有的现代属名，本身就带有“-xylon”的词尾。所以本书没有强求采用某种命名方案，我们尊重这部分编者的意见。

在本书中，除了使用一部分编者自己的图片和图表以外，也采用一些前人的研究成果，其中包括文字、图片和图表。有的已经得到原作者的同意，但有的还没有来得及征求原作者的意见，深深致以歉意。笔者在此仅向所有提供材料的原作者表示衷心的感谢。

木化石作为一种资源是不可能再生的。木化石既具有现代木材的结构、构造和美丽的木材纹理，又具有比现代木材坚硬得多的硬度，所以有的化石爱好者以木化石为原材料，加工制作成各种产品以供欣赏和利用。但是我们更提倡对这些木化石给予原地保护，或建立木化石自然保护区，或陈列于国家自然博物馆，或建立异地木化石森林保护场所，如深圳仙湖植物园的化石森林，这里的木化石异地保护区拥有世界最大规模的木化石群，这里不仅是供人们旅游观光的好去处，也是科普、科研的好基地。

本书的编写工作时间比较短，任务重，工作人员水平有限，错误之处在所难免，敬请各位读者不吝指正。

目 录

序	i
前言	ii
编者的话	iii
第一章 概论 (张武、郑少林、李楠、杨小菊、王永栋、扈铁梅)	1
1.1 木化石的定义	1
1.2 中国木化石的研究简史	1
1.3 中国木化石的地质、地理分布	6
1.4 木化石研究的意义	10
第二章 木化石的成因、解剖构造及分类 (郑少林、张武、李勇、李楠)	12
2.1 木化石的成因类型与保存环境	12
2.2 木化石的解剖构造	13
2.3 世界木化石的系统分类现状	16
2.4 中国木化石的系统分类	25
第三章 石炭—二叠纪木化石 (张武、郑少林、李勇、李楠)	33
3.1 石炭—二叠纪木化石的地质、地理分布	33
3.2 石炭—二叠纪木化石系统描述	34
第四章 三叠纪木化石 (张武、李楠、郑少林、傅晓平)	101
4.1 三叠纪木化石的地质、地理分布	101
4.2 三叠纪木化石的系统描述:	101
第五章 侏罗纪木化石 (王永栋、李楠、杨小菊、张武)	120
5.1 中国侏罗纪木化石研究概况	120
5.2 中国侏罗纪木化石的地质地理分布	122
5.3 侏罗纪木化石的分类学属性和多样性特征	123
5.4 中国侏罗纪木化石的特征描述	125
第六章 白垩纪木化石 (杨小菊、李勇、王永栋)	175
6.1 中国白垩纪木化石的地质与地理分布	175
6.2 中国白垩纪木化石的分类特征	175
6.3 属种描述	178
6.4 附: 大别山北麓河南信阳地区白垩纪木化石	239
第七章 新生代木化石 (杨家驹、扈铁梅、傅晓平)	243
7.1 中国新生代木化石的地质与地理分布	243
7.2 中国新生代木化石系统分类说明	243
7.3 新生代木化石系统描述	244
7.4 古木	310
第八章 地史时期木化石构造的演化 (郑少林、张武、傅晓平、杨小菊)	314
8.1 地史时期主要植物类群的演化	314
8.2 地史时期木化石构造的演化趋势	314
第九章 中国木化石与古地理和古气候 (郑少林、王永栋、杨小菊、扈铁梅)	319
9.1 晚古生代	320
9.2 中生代	324
9.3 新生代	333
参考文献	336
索引	350



深圳仙湖植物园木化石林一角



深圳仙湖植物园木化石林一角



张武（左）、王永栋（右）与辽宁北票喇嘛营木化石



张武与辽宁北票台子山木化石



浙江新昌下白垩统馆头组木化石



四川自贡中侏罗统下沙溪庙组木化石



郑少林与山东青岛博物馆馆藏木化石



辽西木化石产地附近的村民用木化石碎块砌院墙



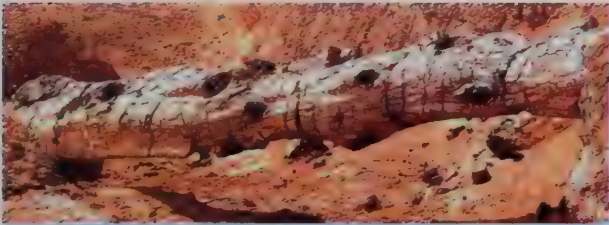
王永栋在北京延庆
木化石森林公园



沈阳植物园木化石岛



新疆奇台木化石森林公园



新疆奇台木化石森林公园

第一章 概论

(张武、郑少林、李楠、杨小菊、王永栋、扈铁梅)

1.1 木化石的定义

木化石主要是指裸子植物(尤其是松柏类)及被子植物的木化石而言(斯行健等, 1963)。这些植物类群的木材是由树木的木质部构成的。木质部位于形成层和髓部之间, 是树干的主要部分。木质部是由初生木质部和次生木质部两个部分组成。在木材中, 初生木质部只占很小的一部分, 根据它们出现的部位不同, 可分为外始式、中始式和内始式三种。次生木质部占绝大部分, 是木材的主体, 因此, 一般所讲的木材构造和性质均指次生木质部的构造和性质(池玉杰, 2003)。形成层向根和茎干中心产生次生木质部。次生木质部包括各种分子——管胞、导管分子、不同类型的纤维、薄壁组织细胞、木射线, 有时还有分泌细胞、转输细胞等等。这些分子的存在和排列, 因各植物类群而不同。在一个属中, 各种植物的这类细胞数目以及这些分子的大小, 在量方面是有差异的。因而可以单独用次生木质部来鉴定植物(吴树明, 刘德仪译, 1990)。但是, 有时次生木质部和初生木质部同髓部及韧皮部、皮层等树干的其它部分一起被保存, 所以, 它们也是化石木材研究的重要内容。裸子植物的次生木质部结构简单, 比被子植物的更为一致些。主要不同是, 裸子植物木材中无导管(买麻藤目除外), 而被子植物则有导管(少数缺乏导管的原始被子植物木材除外); 裸子植物只有少量的木薄壁组织, 尤其是轴向木薄壁组织。由蕨类的根和茎干形成的化石, 一般被称为根、茎化石。本书没有包括蕨类的根、茎化石部分。

1.2 中国木化石的研究简史

中国木化石的研究史大体上可以划分为以下三个阶段:

第一阶段(主要指中华人民共和国成立之前, 即20世纪30~40年代): 在中国作为一门科学来研究木化石的工作起步较晚。由我国学者张景钺(1929)首开先河, 根据产于河北涿鹿夏家沟中侏罗统髫髻山组的木化石标本建立了异木属的新种*Xenoxylon hopeiense* Chang。两年后, Kubart (1931) 对产于我国云南六合街, 晚白垩世或新生代的两块木化石标本进行了描述, 将它们鉴定为*Taxodioxyton sequoianum* (Mercklin) Schmalhausen。在1930~1933年, 我国著名的古植物学家斯行健在西欧专心研究古植物学期间, 与高腾教授一道(Gothan and Sze, 1933)对中国的中生代木化石进行了研究与报道, 其中包括产于辽宁锦西可能属于侏罗纪的*Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 并对该种的分布进行了详细的阐述。在此期间日本学者Shimakura (1934, 1935~1936, 1937~1938, 1940)在研究日本及其邻区中生代木化石时, 涉及到中国东北侏罗—白垩纪的一些木化石。其中被报道的属种主要是松柏类的木材, 如*Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, *Phyllocladoxylon* cf. *eboracense* (Holden), *Phyllocladoxylon* sp., *Pinoxylon yabei* Shimakura, *Pinoxylon dakotense* (Knowlton) Read, *Cupressinoxylon* sp., *Protocedroxylon araucarioides* Gothan, 等。在这些属种中, 有一部分已被引用或修订(斯行健, 李星学, 1963), 但是, 它们的确切产地和时代尚需进行核实和考证。斯行健(1934, 1946)首次报道了我国二叠纪的两种木化石, 其一是产于新疆的*Dadoxylon teilhardii* Sze; 其二是产于内蒙古葫芦斯台的*Dadoxylon* (*Cordaites*) *rhodeanus* Goeppert。这两种木化石, 在不久前已被王军(2000)修订为*Chapmanoxylon? teilhardii* (Sze) Wang及*Zallesskioxylon rhodeanum* (Goepp.) Wang。并查证后者的产地现已归入内蒙古, 而不是宁夏。Ogura (1944) 根据产于中国北票煤系早侏罗世的标本, 建立了一个南洋杉型木属的新种, *Araucarioxylon jeholense* Ogura, 后来被张武

等 (2000) 修订为 *Protosciadopityoxylon jeholense* (Ogura) Zhang et Zheng Mathews and Ho (1945b) 继张景钺 (1929) 之后, 再次对河北涿鹿夏家沟中侏罗统髫髻山组中的木化石进行了研究, 并建立了柏型木属的一个新种 *Cupressinoxylon fujeni* Mathews et Ho 并进一步描述了 *Protopiceoxylon extinctum* Gothan, 同年 (1945a) 他们又报道了吉林火石岭晚侏罗世的 *Pinoxylon* (= *Protopiceoxylon*) *yabei* Shimakura

第二阶段 (主要是指中华人民共和国建立初期, 20世纪50~60年代): 此间木化石的研究工作主要是由我国两位著名的古植物学者, 斯行健 (1951, 1952, 1953, 1954, 1962) 和徐仁 (Hsü, 1950b.c.a, 1953) 完成的。在此应当特别指出的是斯行健 (1951, 1954) 根据产于黑龙江鸡西城子河下白垩统城子河组的标本, 建立了一个新属、种 *Phoroxylon scalariforme* Sze. 作者最初认为它可能属于松柏类 (?), 但是后来又根据发现于辽宁朝阳同时代的该种标本对该属的特征作了修订, 并提出它可能与印度侏罗纪的 *Sahnioxylon* Bose et Sah (1954) 以及瑞士晚三叠世的 *Paradoxoxylon* Kräusel (1955) 有很亲近的亲缘关系, 因为后两属在当时都被认为是属于本内苏铁类, 所以也将 *Phoroxylon* 改归本内苏铁类。但是根据本文笔者最近的研究 (郑少林等, 2005) 认为它更可能属于苏铁类。斯行健 (1953) 在《中国古生代植物图鉴》一书中, 对部分木化石的属、种做了进一步的描述, 其中包括 *Dadoxylon rhodeanum* Goeppert, *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*?) *teihardii* Sze, *Dadoxylon* (*Cordaioxylon*) *sahnii* (Hsu et Bose), *Dadoxylon leei* Sze。这部分化石名单, 已被王军 (Wang, 2000) 修订。徐仁在新疆的中生代地层中发现 *Xenoxylon phyllocladoides* Gothan (Hsü, 1950c); 在湖南南部, 他对两种松柏类木化石 *Xenoxylon* 和 *Cupressinoxylon* 作了研究 (Hsü, 1950b); 在山东, 他曾经建立过一个 *Brachyoxylon sahnii* Hsü (1950a), 但后来被修订为一个 *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*) *japonicum* Shimakura (斯行健, 李星学, 1963), 并对木化石中的菌丝进行了报道 (徐仁, 1953)。斯行健 (1962) 根据贾福海搜集于内蒙古清水河地区上二叠统石千峰组的木化石标本, 建立另一个新种 *Dadoxylon chiaii* Sze, 后来被王士俊等 (2000) 修订为 *Araucarioxylon chiaii* (Sze) Wang, Hu et Cui。但该种的交叉场纹孔是不具缘的, 所以本文认为它应被修订为 *Zaleskioxylon chiaii* (Sze) Zhang et Zheng。斯行健和李星学等 (1963), 在《中国中生代植物》一书中, 对20世纪60年代以前所有被报道的中国中生代木化石进行了比较系统的总结、描述和修订。这些工作, 为中国木化石的进一步研究奠定了良好的基础。但是, 在整个70年代, 中国没有木化石研究论文发表。

第三阶段 (20世纪80年代到现在): 在中国实行改革、开放政策以来, 随着各项科学事业的迅猛发展, 我国的古植物学, 特别是古木材解剖学的研究工作, 取得了多方面的进步。主要表现在以下几个方面:

1.2.1 古生代煤核研究的开展为我国木化石组合增添许多新内容

田宝霖、王士俊 (1987) 根据产于山西太原煤田太原组煤核中科达类的化石标本, 建立了一新属 *Shanxioxylon* Tian et Wang 的两个新种, 它们是: *S. sinense* Tian et Wang 和 *S. taiyuanenese* Tian et Wang, 以及 *Pennsylvanioxylon* Vogellehner (1965) 属的一个新种 *P. tianii* Tian et Wang, 并对它们的初生维管系统进行详细研究 (田宝霖、王士俊, 1988)。他们根据对它们初生维管系统的研究认为, 在科达植物中可能存在着两个演化方向: 一个是具有比较特化的初生维管系统的 *Shanxioxylon sinense*, 它是自早石炭世的一些原始裸子植物演化而来, 由于它们只适应于在潮湿的环境 (如泥炭沼泽) 中生活, 因此一遇到全球性的气候变干时便遭绝灭; 另一个是以 *Pennsylvanioxylon tainii* 为代表, 它可能是由更早一些时候的某种较原始的科达植物演化而来, 由于它比较适应于干燥 (不是干旱) 环境, 因此可以一直延续下来, 由它演化为中生代的某种松柏类植物。

1.2.2 晚古生代木化石的研究取得了可喜的新进展

田宝霖、李洪起 (1992) 根据产于贵州水城大河边煤矿晚二叠世龙潭组的木化石, 建立了一个新属、种 *Guizhouxylon dahebianense* Tian et Li 并认为它不同于已知各类裸子植物和被子植物, 但又同时兼有裸子植物和被子植物的特征, 它或许是一种介于裸子植物与被子植物之间的过渡类型, 或者只是一种演化系统旁枝种类。田宝霖等 (1996) 在我国贵州上二叠统龙潭组下部首次发现一个现

已绝灭的松柏类木化石新种 *Walchiopremnon gaoi* Tian et Hu, 并对该属的古生态和古气候意义进行了探讨。王自强 (1985) 在山西柳林上二叠统石千峰组发现首见于匈牙利二叠纪的 *Platyspiroxylon* cf. *heteroparenchymatosum* Greguss, 并认为晚二叠世时, 中国华北与欧洲同处于欧亚干旱省。王世俊等 (1994) 根据产于江苏徐州煤田太原组密木型木化石建立了一个新属种 *Szeioxylon xuzhouense* Wang, Jiang et Qin, 并发现该属具有射线管胞存在, 认为这一构造在鉴定松柏类木材时具有重要的分类意义。姚兆奇等 (1994) 对我国河南西部二叠纪木材进行了报道, 其中包括两属三种: *Araucarioxylon yichuanense* Yao, Liu et Zhang, *A. yimaense* Yao, Liu et Zhang, 以及 *Protophyllocladoxylon henanense* Yao, Liu et Zhang, 并对它们所代表的古气候环境进行了分析。王世俊等 (2000) 于内蒙古乌达矿区早二叠世太原组发现 *Araucarioxylon* 属的一个新种 *A. laoshidanense* Wang, Hu et Cui, 他们并对晚古生代木化石被保存的三种类型进行了归纳, 即: a) 仅有次生木质部的; b) 髓部和初生木质部, 以及次生木质部均被保存的; c) 仅有初生木质部和次生木质部被保存的。他们还把仅有次生木质部保存的古生代15个属分成5个群, 对每个群的主要特征做了概括。郑少林、张武 (2000) 报道了原始银杏型木的两个新种: 一个是产于辽宁本溪下二叠统的 *Protoginkgoxylon benxinese* Zheng et Zhang, 另一个是产于内蒙古大青山早二叠世的 *P. daqingshanense* Zheng et Zhang, 它们在中国是晚古生代银杏类木材的首次发现。王军 (2000) 对中国内蒙古二叠纪木材进行了较详细的研究, 除了描述两个南洋杉型木属的新种 *Araucarioxylon neimongense* Wang 和 *A. wudense* Wang 以外, 还根据 Pant and Singh (1987) 提出的关于南洋杉化石木材的分类和划分方案, 对华夏植物群中古生代南洋杉型的裸子植物化石木材进行了重新评估, 并把它们在 *Protophyllocladoxylon*, *Araucarioxylon*, *Zalesskioxylon*, *Chapmanoxylon*, 以及 *Cordaioxylon* 之中进行了重新联合。他还对这些木材化石同华北地块古生代气候变化的特殊关系做了较为深入的讨论。所以, 他的这项研究, 对于我国古生代木化石的系统整理和修订具有重要的应用价值。通过本文的研究, 我们在辽宁朝阳薛台子煤矿早二叠世太原组中发现一些木化石的新属种, 如 *Damudoxylon zhoui* Zhang et Zheng sp. nov., *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov., *K. xuetaiziense* Zhang et Zheng sp. nov., *Szeioxylon exiguradiense* Zhang et Zheng sp. nov., *Decoroxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.。其中的 *Koleoxylon* Vogellehner 一属可能是我国晚古生代华夏植物区最早的一种苏铁类的木化石。郑少林 (2000) 对近年来有关 *Dadoxylon* 及 *Araucarioxylon* 的系统分类与命名问题做了评述, 指出 *Dadoxylon* 这个属名已被国际植物命名规则 (Stafleu et al., 1978) 否定, 故不宜再用, 同时重新厘定了 *Araucarioxylon* 属的特征, 并建议根据木射线的构造, 把含有双列以上木射线的种, 改归新属 *Protoarucarioxylon* Zheng。

1.2.3 安加拉植物区的晚古生代木化石也有新发现

张武、郑少林 (1984) 首次报道了内蒙古西乌珠穆沁旗二叠纪哲斯组两种木化石 *Dadoxylon* (*Cordaites*) *houtoumiaense* Zhang et Zheng 和 *Dadoxylon xiuiquense* Zhang et Zheng。不久前, 前者被王军 (2000) 修订为 *Cordaioxylon houtoumiaense* (Zhang et Zheng) Wang, 后者被改订为 *Zalesskioxylon xiuiquense* (Zhang et Zheng) Wang。但在本次研究中, 发现后者的木质部圆筒中有异质的髓被保存, 而且其交叉场纹孔是具缘的, 所以我们又将它修订为 *Chapmanoxylon xiuiquense* (Zhang et Zheng) Zhang et Zheng。与此同时我们在安加拉植物区内还发现有另一些新属种, 如苏尼特左旗上石炭统宝力格庙组中的 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaense* Zhang et al., 西乌珠穆沁旗猴头庙中二叠统哲斯组的 *Sclerospiroxylon neimongolense* Zhang et al., *Zalesskioxylon zhesiense* Zhang et al. (Zhang et al., 2006) 这些木化石的新发现, 丰富了我国晚古生代安加拉植物区木化石的内容。

1.2.4 三叠纪木化石得到较好的研究

王世俊 (1991a, b, 1992) 首次在我国粤北晚三叠世发现 *Xenoxylon ellipticum* Schultse-Moter 及 *Protophyllocladoxylon szei* Wang。在本文的研究中, 我们在辽宁朝阳段木头沟下三叠统红砬组中发现一些新属种, 如 *Liaoningoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov., *Tianoxylon duanmutougouense* Zhang

et Zheng gen. et sp. nov. 与此同时, 还在我国的安加拉植物区的内蒙古扎赉特旗下三叠统老龙头组中, 描述了梯纹木属的一个新种 *Scalaroxylon jalaidqiense* Zhang et Zheng 和一个新联合种 *S. multiflorum* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng (张武等, 2006)。这个属同苏铁类有密切的亲缘关系。

1.2.5 侏罗—白垩纪木化石相当丰富

张武等 (2000) 对辽宁西部地区凌源南营子龙凤煤矿、喀左白塔子杨树沟煤矿、朝阳边仗子兴龙沟煤矿及北票煤矿等地的下侏罗统北票组的木化石进行了总结和报道, 现已发现早侏罗世松柏类木化石 5 属 8 种, 其中包括两个新种和两个新联合种, 3 个已知种及一个未定种, 它们是 *Protophyllocladoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng, *Protosciadopityoxylon liaoxiense* Zhang et Zheng, *P. jeholense* (Ogüea) Zhang et Zheng, *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng, *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, *Xenoxylon* sp., 并对古气候进行了简要分析。周志炎、张伯乐 (1989) 对河南中侏罗世一种菱铁矿化具有虫穴和虫噬的 *Cupressinoxylon* sp. 进行了报道。段淑英、彭光照 (1998) 在四川自贡中侏罗统下沙溪庙组和新田沟组发现南洋杉型木一个新种 *Araucarioxylon zigongense* Duan, 这一发现, 对探讨恐龙的生活环境有重要意义。丁秋红等 (2000) 总结了我国东北地区中生代木化石异木属, 其中包括从晚三叠世到早白垩世的至少有 10 个种, 它们是: *Xenoxylon latiporosum*, *X. conchyliaum*, *X. liaoningense*, *X. japonicum*, *X. ellipticum*, *X. hopeiense*, *X. peidense*, *X. yixianense*, *X. fuxinense*, *X. huolinense*, 并对它们的形态特征、系统发育及生态环境等进行了较为详细的讨论。王永栋等 (2000) 对新疆奇台晚侏罗世几种木化石进行了报道, 即 *Protopiceoxylon xinjiangense* Wang, Zhang et Saiki, *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, *X. liaoningense* Duan et Wang。根据木化石及其它综合证据表明, 奇台木化石森林产地在晚侏罗世早期为温暖的气候条件并伴有明显的季节性变化, 处于早、中侏罗世潮湿气候向晚侏罗世晚期半干旱——干旱气候的过渡阶段。段淑英 (2000) 对辽宁西部中生代几种木化石做了报道, 并描述了三个新种, 它们是: *Protopiceoxylon chaoyangense* Duan, *Araucarioxylon batuense* Duan, *Taxoxylon liaoxiense* Duan, 以及一个已知种 *Araucarioxylon sidugawaense* Shimakura。这些化石主要产于北票巴图营子中侏罗统髯髯山组和义县地区下白垩统沙海组。郑少林、张武 (1982) 在黑龙江省东部地区鸡西和密山一带的鸡西群和龙爪沟群中, 描述了以下 6 属 7 个新种木化石, 它们是 *Glyptostroboxylon xidapoense* Zheng et Zhang, *Cupressinoxylon baomiqiaoense* Zheng et Zhang, *Protocupressinoxylon mishanense* Zheng et Zhang, *Protopodocarpoxylon arnatum* Zheng et Zhang, *P. jinshaense* Zheng et Zhang, *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang, *Phoroxylon qiezihense* Zheng et Zhang。这些木化石表明了我国侏罗纪和白垩纪化石木材的多样性。同年, 杜乃正 (1982) 描述了黑龙江省嘉荫地区晚侏罗世宁远村组的两种木化石 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan 及 *Protopiceoxylon amurense* Du, 并推测这些树木当时可能是生长在亚热带到暖温带的气候条件下。张善桢、曹正尧 (1986) 在安徽含山土侏罗统含山组中发现柏型木属的一个新种 *Cupressinoxylon hanshanense* Zhang et Cao, 认为这个木化石应为异地埋藏。段淑英 (1986) 对北京延庆千家店下德龙湾的木化石林做了详细报道, 这里的含木化石层位是属于上侏罗统土城子组 (等于过去的中侏罗统“后城组”)。这个化石林主要分布在东西宽 600 m, 南北长约 2500 m 的狭长地带, 共有木化石残桩 30 余株, 其中最大的直径可达 2.5 m。当时报道仅有异木一个属, 主要是由 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan 及一个未定种 *Xenoxylon* sp. 组成。后来, 张武等 (2000) 在这个产地又补充了一个苏格兰木属的新种 *Scotoxylon yanqingense* Zhang et Zheng。郑少林等 (2001) 在辽西北票三宝营北部刘家沟附近的土城子组三段的沙漠绿泥沉积相环境中, 发现两种木化石, 它们是 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner 及 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel。不久前, 郑少林 (2004) 又在北票巴图营子土城子组的中上部描述了三种木化石, 即 *Protopodocarpoxylon batuyingziense* Zheng et Zhang, *Prototaxodioxylon romamense* Philippe, *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan。在冀北、辽西地区, 上侏罗统土城子组沉积时是处于干旱到半干旱的气候环境中, 表明该组所发现的这些松柏类木化石对于干旱和半干旱的气候环境具有一定的适应能力。张善桢、王庆芝 (1987) 描述了产于山东青岛即墨马鞍山山下白垩统青山组的 *Araucarioxylon jimoense* Zhang et

Wang, 并与国内外同时代的该属各已知的种进行了比较。崔金钟、刘俊杰 (1992) 报道了辽宁阜新下白垩统阜新组叶枝杉型木属一个新种 *Phyllocladoxylon xinqiuense* Cui et Liu, 并同该属有关的已知种进行了比较。张武、商平 (1996) 根据辽西义县白塔子地区下白垩统沙海组的标本建立了异木属的一个新种, 即 *Xenoxylon yixianense* Zhang et Shang, 该种具有横向的创伤树脂道, 因此它不同于其它种。张武等 (1999) 建立了原始金松型木一个新属, 典型种 *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng et Ding 产于辽西义县皮家沟下白垩统沙海组, 并对新属同现代 *Sciadopitys* 以及化石的 *Sciadopityoxylon* 属的亲缘关系进行了讨论。丁秋红 (2000) 报道了辽宁西部义县组的木化石4属5种, 如 *Piceoxylon zaocishanense* Ding, *Protopodocarpoxyylon jinganshanense* Ding, *Protophylocladoxylon franconicum* Vogellehner, *Xenoxylon hopeiense* Chang, 及 *X. latiporosum* (Cramer) Gothan, 并对义县组木化石所反映的植物群性质、古生态环境等进行了讨论。丁秋红等 (2004) 根据义县组化石木生长轮的观察, 对该组的古气候进行了讨论。丁秋红 (2000) 在黑龙江省漠河下白垩统九峰山组建立了原始云杉型木属一个新种 *Protopiceoxylon mohense* Ding, 并同有关的已知种进行了较为详细的比较。丁秋红等 (2000) 对辽西阜新海州露天矿下白垩统阜新组木化石进行了比较系统的研究, 共描述了3属4种木化石, 它们是 *Sciadopityoxylon liaoningense* Ding, *Protophylocladoxylon haizhouense* Ding, *Xenoxylon fuxinense* Ding, *X. latiporosum* (Cramer) Gothan, 并认为这些木化石反映一种温暖、湿润的气候环境。杨小菊、郑少林 (2003) 在黑龙江省鸡西下白垩统穆棱组中发现落羽杉型木属一个新种 *Taxodioxyylon szei* Yang et Zheng, 并对这个木材所指示气候意义做了简要说明。法国学者 Pons and Vozenin-Serra (1984) 和 Vozenin-Serra and Pons (1990) 曾先后两次对我国西藏拉萨地区下白垩统的木化石进行研究, 其中包括 *Lhassoxyylon aptianum* Vozenin-Serra et Pons, *Protopodocarpoxyylon lalongense* Vozenin-Serra et Pons, *P. orientale* Vozenin-Serra et Pons, 以及 *Brachyoxylon* sp. 等, 并通过木化石的研究对古气候、古地理和古生态进行探讨。

1.2.6 对于内蒙古早白垩世煤田中丝炭的研究丰富了我国木化石的组合内容

何德长 (1995) 系统地研究了大兴安岭东坡霍林河煤田霍林河组及大兴安岭西坡伊敏煤田伊敏组近30个煤层约100块褐煤的丝炭标本, 这对成煤植物、古木材学和地层学都具有重要的价值。他描述了丝炭木材共8属12种。它们是 *Phyllocladoxylon heizyoense* Shimakura, *P. eboracense* (Holden) Kräusel, *P. densum* He, *P. hailaerense* He, *Protyloxyloxyylon giganteum* He, *P. yiminense* He, *Taxoxylon pulchrum* He, *Cedroxylon jinshaense* (Zheng et Zhang) He, *Piceoxylon priscum* He, *Protocedroxylon orientale* He, *Xenoxylon peideense* Zheng et Zhang, *Podocarpoxyylon* sp., 其中包括有1个新属7个新种和一个新联合种, 并将俄罗斯西伯利亚白垩纪的 *Glyptostroboxylon senomanicum* Nastschokin 改归 *Protyloxyloxyylon*。他还对丝炭和镜煤的形成环境、木材组合的时代和意义进行了较为详细的讨论。

1.2.7 近年来, 我国新生代木化石的研究取得了新成果

杜乃正 (1987) 首次对辽宁抚顺古近系栗子沟组的松柏类木化石进行了报道, 其中包括 *Piceoxylon fushunense* Du, *Chamaecyparioxyylon chinense* Du, *Juniperoxyylon chinense* Du, *Sequoioxyylon sequoium* (Schmal.) Du, *Cedroxylon yendoi* Stopes et Fujii, *Cedroxylon* sp., *Taxodioxyylon cryptomerioides* Schonfeld, *Taxodioxyylon* sp., *Taiwanioxyylon kraushennikovii* Chudajb, *Juniperoxyylon* sp., 并对抚顺木化石群的性质及其古生态环境、地质时代等问题做了较全面的讨论和分析。关于中国被子植物木化石的研究起步更晚, 在新中国成立前, 除了张景钺、钱耐 (1933) 曾经在北京周口店人类遗址中发现过一块紫荆木化石的横切面以外 (参见齐国凡等, 2005, 28页) 没有见过任何其它报道。直至上个世纪80年代, 齐国凡在大别山南麓, 武汉阳逻地区首次发现被子植物木化石群之后, 先后曾与多人合作, 发表了一系列的论文 (齐国凡等, 1987; 1993, 1997a,b, 2000; 杨家驹等, 1990, 1993, 1996, 2003; 陈秀娟等, 1992)。最近, 齐国凡等 (2005) 又出版了一部专著《中国武汉被子植物化石木群》, 对该地区新生代被子植物及裸子植物的木化石进行了全面的总结。这些工作, 为我国新生代木化石的进一步研究奠定了有利的基础。

1.3 中国木化石的地质、地理分布

在中国,自晚古生代以来,陆相地层较为发育,有些地区还有一些海陆交互相沉积。在这些地层中,埋藏着许多原地生长的直立树干或倒木,以及一些异地保存的木材段块。但由于木化石的形成和保存需要有一些特定的地质和地理条件,所以它们的分布并不是普遍而平衡的。木化石,实际上是属于广义的植物化石的一个组成部分,因此它在地质、地理分布的一般特征方面与古植物地理区系是一致的。

1.3.1 晚古生代期间 (表1.3.1; 插图1.3.)

在此首先应当说明的是,以前,我国的石炭——二叠系多半采用前者三分和后者二分的观点。但最近,全国地层委员会(2002)为了加强与国际地层对比,建议把我国的石炭系改为二分和二叠系三分。所以本文遵循此意见,对以往的地层划分做了相应的调整。迄今为止,在我国的石炭纪地层中,虽然植物化石相当丰富,但木化石却很少见,仅在甘肃靖远上石炭统红土洼组的煤核标本中发现有一个 *Dadoxylon* (*Mesoxylon*?) sp. (李星学等, 1995, 204页, 图版55, 图4)。另外一个产于我国北部安加拉区上石炭统宝力格庙组中的 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense*。大部分木化石主要产于二叠纪沉积中,尤以华夏区的北方亚区的太原组中上部、山西组及下石盒子组较为丰富,上石盒子组的下部及石千峰组也含有一定数量的木化石。因为这里的地层是以陆相沉积为主,有利于木化石的形成和保存。但在南方亚区的古地理环境与北方亚区有所不同,二叠纪的早、中期,这里的海相沉积比较发育,木化石迄今没有被发现。仅在晚二叠世早期的龙潭组中见有少许的木化石。此间,在我国北部的安加拉区内,如内蒙古西乌珠穆沁旗的中二叠统哲斯组发现较丰富的木化石。该组虽然是一套海相沉积,但在部分地区,夹有陆相的火山碎屑岩夹层,所以保存有较多的木化石。另外,在新疆乌鲁木齐附近的上二叠统中也发现少量的木化石。

1.3.2 三叠纪期间 (表1.3.2; 插图1.3)

在我国北方区的辽西早三叠世红磴组的红杂色沉积中,含有一些保存较好的木化石。另外,在内蒙古扎赉特旗德发屯地区相当于下三叠统的老龙头组中也发现有少数苏铁类的木化石。在我国中三叠统中,迄今尚未有木化石的报道。在晚三叠世期间,仅在南方广东上三叠统的良口群中发现少量的木化石。

1.3.3 侏罗—白垩纪期间 (表1.3.2; 插图1.3)

在我国北方区,侏罗纪的含木化石层位较多,保存较好,属种的分异度也较高。它们主要集中在辽西、冀北地区的下侏罗统北票组、中侏罗统髫髻山组,河南的义马组、上侏罗统土城子组及黑龙江嘉荫地区的宁远村组等。而在南方区,仅在四川自贡中侏罗统下沙溪庙组中含有少量的木化石。在早白垩世期间,我国北方的含木化石的层位主要集中在辽西下白垩统的义县组(其下部可能包括一部分晚侏罗世最晚期的沉积)、吉林九台地区的火石岭组、黑龙江省西部的九峰山组。在下白垩统中、上部的含煤岩系中几乎较普遍的含有木化石,如辽西的沙海组、阜新组;黑龙江东部的城子河组、穆棱组;大兴安岭地区的伊敏组及霍林河组含有丰富的丝炭化的木化石。山东即墨的青山组也有少量木化石的发现。黑龙江省东北部嘉荫地区的晚白垩世到古近纪的嘉荫群含有部分裸子植物及被子植物木化石。在我国南方区,此间,木化石的产地和层位较少,仅有四川自贡中侏罗统下沙溪庙组、安徽含山上侏罗统含山组、浙江新昌下白垩统馆头组,以及西藏拉萨地区的下白垩统产有少量的裸子植物木化石。

1.3.4 新生代期间 (表1.3.2; 插图1.3)

此间,在我国北方,新生代最古老的含木化石层位是辽宁抚顺露天煤矿古近系古新统栗子沟组,该组产有丰富的松柏类木化石。山东淄博、临朐中新统山旺组、内蒙古平庄中新统也产有少量木化石。山

(表1.3.1) 中国晚古生代木化石分布的主要层位及植物区系

中国地层			国际地层		岩石地层	植物地理分区		
系	统	阶	阶		组	美华区（华夏区、欧美区）及欧亚干旱区	安加拉区	
二叠系	上二叠统	长兴阶	Changshingian	煤山亚阶	石千峰组	Tianoxylon duanmutougouense, Liaoningoxylon chaoyangense, Araucarioxylon yimaense, A. leeii, Platyspiroxylon cf. heteroparenchymatosum, Zaleskioxylon chiaii	Chapmanoxylon? teilhardi	
		保青亚阶						
		吴家坪阶	Wujiapingian	老山亚阶	Walchiopremnon gaoi, Guizhouoxylon dahebianense			
		来宾亚阶						
	中二叠统	冷坞阶	Capitanian	上石盒子组		Chapmanoxylon? teilhardi, Araucarioxylon wudense, A. neimongense, A. sp.	Cordaioxylon houtoumiaense, Chapmanoxylon xiuqiense, Sclerospiroxylon neimongolense, Zaleskioxylon zhesiense	
		茅口阶	Wordian-Upper Roadian					
		祥播阶	Lower Roadian-Upper Kungurian					
		栖霞阶	Lower Kungurian					
	下二叠统	降林阶	Artinskian	山西组	太原组	Cordaioxylon sahnii, Artisia approximata Pennsylvanioxylon tianii, Shanxioxylon taiyuanense, Shanxioxylon sinense, Szeioxylon xuzhouense, S. exiquiradiense, Protophyllocladoxylon henanense, Decoroxylon chaoyangense, Koleoxylon xuetaiziense, K. chinense, Chapmanoxylon? taiyuanense, Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense, S. pingquanense, Damudoxylon zhoui, Araucarioxylon laoshidaense, A. yichuanense, Zaleskioxylon ningwuense, Z. rhodeanum,	Sinopalaeospiroxylon baoligaomiaense	
		紫松阶	Sakmarian Asselian					
石炭系	上石炭统	消通阶	Gzhelian	Stephanian Westphalian Namurian	晋祠砂岩组			
		达拉阶	Kazimovian					本溪组
		滑石板阶	Moscovian					
		罗苏阶	Bashkirian					
	下石炭统	德坞阶	Serpukhovian	Mississippian				
		大塘阶	Viscan					
	岩关阶	Tournaisian						

插图1.3 中国木化石分布略图



(表 1.3.2) 中国中、新生代年代地层表及含木化石的地层单位

宇 (宙)	界 (代)	系 (纪)	统(世)	阶(期)	Ma	木化石产地及层位								
						南方区	北方区							
显生宙	新界	第四系 (纪) Q	全新统(世) Q ₀	未建	0.01	武汉、汉口古木								
			更新统(世) Q _p	萨拉乌苏阶(期) [马兰阶(期)] Q _p ³		浙江普陀山岛木化石								
				周口店阶(期) [离石阶(期)] Q _p ²			北京周口店猿人遗址炭化木							
				泥河湾阶(期) [午城阶(期)] Q _p ¹										
		新近系 (纪) N	上新统(世) N ₂	麻则沟阶(期) N ₂ ² 高庄阶(期) N ₂ ¹	2.60	云南龙陵、昌宁、元谋等褐煤木化石	山西太谷晚上新统(小白组)木化石							
			中新统(世) N ₁	保德阶(期) N ₁ ⁴ 通古尔阶(期) N ₁ ³ 山旺阶(期) N ₁ ² 谢家阶(期) N ₁ ¹		云南楚雄、景东、江苏泗洪， 台湾台北和桃园中新统， 武汉新州、阳锣镇，新近系 木化石	山东淄博晚中新统，临朐中新统， 内蒙古平庄中新统木化石							
				古近系 (纪) E				渐新统(世) E ₃	塔本布鲁克阶(期) E ₃ ² 乌兰布拉格阶(期) E ₃ ¹	23.3				
								始新统(世) E ₂	蔡家冲阶(期) E ₂ ⁴ 恒曲阶(期) E ₂ ³ 卢氏阶(期) E ₂ ² 岭茶阶(期) E ₂ ¹			32		
		古新统(世) E ₁			池江阶(期) E ₁ ² 上湖阶(期) E ₁ ¹				56.5					抚顺露天矿古新统松柏类木化石
			白垩系 (纪) K		上(晚)白垩统(世) K ₂	富饶阶(期) K ₂ ⁶ 明水阶(期) K ₂ ⁵ 四方台阶(期) K ₂ ⁴ 嫩江阶(期) K ₂ ³ 姚家阶(期) K ₂ ² 青山口阶(期) K ₂ ¹	6							
				下(早)白垩统(世) K ₁	泉头阶(期) K ₁ ⁶ 孙家湾阶(期) K ₁ ⁵ 阜新阶(期) K ₁ ⁴ 沙海阶(期) K ₁ ³ 九佛堂阶(期) K ₁ ² 义县阶(期) K ₁ ¹	96				西藏拉萨地区下白垩统木化石	河南信阳陈棚组松柏类木化石			
					侏罗系 (纪) J			上(晚)侏罗统(世) J ₃				大北沟阶(期) J ₃ ¹ 待建 土城子阶(期) J ₃ ¹	? 137	
		中侏罗统(世) J ₂						头屯河阶(期) J ₂ ² 西山窑阶(期) J ₂ ¹	205			四川自贡中侏罗统下沙溪庙组木化石		山东即墨青山组木化石 阜新组、穆棱组、伊敏组木化石 沙海组、城子河组、霍林河组木化石 义县组、火石岭组、九峰山组 宁远村组木化石
			下(早)侏罗统(世) J ₁				三工河阶(期) J ₁ ² 八道湾阶(期) J ₁ ¹	205						
				三叠系 (纪) T		上(晚)三叠统(世) T ₃	瓦窑堡阶(期) T ₃ ³ 永坪阶(期) T ₃ ² 胡家村阶(期) T ₃ ¹			227				
	中三叠统(世) T ₂				铜川阶(期) T ₂ ² 二马营阶(期) T ₂ ¹	241								
		下(早)三叠统(世) T ₁			和尚沟阶(期) T ₁ ² 大龙口阶(期) T ₁ ¹				250			红磴组、老龙头组木化石		
			白垩系 (纪) K		上(晚)白垩统(世) K ₂			富饶阶(期) K ₂ ⁶ 明水阶(期) K ₂ ⁵ 四方台阶(期) K ₂ ⁴ 嫩江阶(期) K ₂ ³ 姚家阶(期) K ₂ ² 青山口阶(期) K ₂ ¹					96	西藏拉萨地区下白垩统木化石
				下(早)白垩统(世) K ₁	泉头阶(期) K ₁ ⁶ 孙家湾阶(期) K ₁ ⁵ 阜新阶(期) K ₁ ⁴ 沙海阶(期) K ₁ ³ 九佛堂阶(期) K ₁ ² 义县阶(期) K ₁ ¹			? 137		浙江新昌下白垩统馆头组木化石	安徽含山上侏罗统含山组木化石			
	侏罗系 (纪) J				上(晚)侏罗统(世) J ₃	大北沟阶(期) J ₃ ¹ 待建 土城子阶(期) J ₃ ¹	205							
		中侏罗统(世) J ₂			头屯河阶(期) J ₂ ² 西山窑阶(期) J ₂ ¹	227			广东上三叠统艮口群木化石			北票组木化石		
			下(早)侏罗统(世) J ₁		三工河阶(期) J ₁ ² 八道湾阶(期) J ₁ ¹								241	
				三叠系 (纪) T	上(晚)三叠统(世) T ₃			瓦窑堡阶(期) T ₃ ³ 永坪阶(期) T ₃ ² 胡家村阶(期) T ₃ ¹		250	红磴组、老龙头组木化石			
	中三叠统(世) T ₂				铜川阶(期) T ₂ ² 二马营阶(期) T ₂ ¹		250							
		下(早)三叠统(世) T ₁			和尚沟阶(期) T ₁ ² 大龙口阶(期) T ₁ ¹									

西太谷上新统小白组、北京周口店人类遗址更新统也有零星的木化石被发现。在我国南方地区,武汉新洲阳逻镇新近系产有丰富的被子植物和裸子植物木化石。台湾台北和桃园、云南楚雄、景东及江苏泗洪等地的中新统都含有一些木化石。在云南龙陵、昌宁、元谋等地的上新统产有褐煤化木化石。浙江普陀山岛更新世产木化石。武汉汉口第四纪晚更新世晚期产有少量的古木。

1.4 木化石研究的意义

木化石的研究,说得确切一些,应当是木材化石的研究。它与现代木材的研究是相对的。研究的方法和手段是相似的,即必须通过解剖构造进行研究。而现代木材解剖学有许多分支,如根据研究目的,可分为木材系统分类解剖学、木材系统发育解剖学,以及木材工艺解剖学等(周崑、姜笑梅,1994)。很显然,化石木材解剖学研究的目的与现代木材解剖学的前两个分支学科研究的内容是一致的。但木材工艺解剖学这个分支,在化石木材的研究中,似乎应当改变成化石木材地质年代学、古生态、古环境和古气候学。

根据上述化石木材研究的目的可以归纳出以下几种意义。

1.4.1 通过化石木材系统分类解剖的研究,不仅可以揭示地质历史时期中不同阶段植被发育的总体面貌,而且也是现代植物分类学不可缺少的重要组成部分。如晚古生代的科达纲科达目,以及侏罗纪分类位置不明的裸子植物——五柱木目的建立,主要是根据木材解剖和部分生殖器官的研究而得到公认的(Taylor, 1981)。另外,通过化石木材解剖的研究,还可以把许多分散保存的植物各部器官联合起来,使植物整体面貌得到复原或再造(Francis, 1983)。

1.4.2 通过化石木材系统发育解剖的研究,既可以追溯裸子植物和被子植物的起源和演化,又能较快地查明不同化石木材解剖特征之间的演化趋势和亲缘关系。譬如,根据过去对植物化石的研究,被子植物最早仅见于早白垩世的中晚期。但不久前,根据孙革等(1998, 2002)的新发现,可靠的被子植物化石可以出现在晚侏罗世的最晚期到早白垩世的最早期。然而,根据侏罗纪木化石和访花昆虫的研究,预示着被子植物完全有可能在中侏罗世已经出现。例如,产于印度中侏罗世的木材 *Homoxylon rajmahalense* Sahni (1932), 后来被 Bose and Sah (1954) 修订为 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah。最初, Sahni (1932) 将它归入一种缺乏导管的原始被子植物,并把它同现代木兰科缺乏导管的木材进行比较。但有很多作者(Gupta, 1933; Hsü and Bose, 1952; Bose and Sah, 1954)认为,这个化石木材应属于本内苏铁类。我们根据中国发现的该种大量标本的研究认为,将它归入本内苏铁类,依据是不充分的。因为 *Sahnioxylon* 的木材是密木型的,而本内苏铁类的木材应当是疏木型的。从化石木材系统分类解剖构造特征来看, *Sahnioxylon* 属,尽管还不能完全肯定它就是被子植物木材,但至少可以推断,该属与缺乏导管的原始被子植物木材有密切的亲缘关系,甚至它有可能是属于现在我们还还不认识的某种原始的被子植物的木材(Yatsenko-Khmelevski and Shilkina 1964; 郑少林等, 2005)。再如,通过南洋杉型木材系统发育解剖构造特征的研究发现,晚古生代的 *Araucarioxylon* 属,在它的径切面中,管胞的纹孔式,多列的具缘纹孔占较大的优势,经过中生代向现代演化,呈逐渐减少的趋势;在它的弦切面中,古生代木材的木射线,双列以上的射线细胞较为常见,但在现代的 *Araucaria* 属的木材中却仅有单列的或局部双列的射线细胞。所以,南洋杉型木射线的演化趋势是逐渐减少的。根据这个演化特征,可以把双列以上木射线的种,改归到 *Protoaraucarioxylon* 属中(郑少林, 2000)。

1.4.3 化石木材的研究可以直接应用于区域地层的划分、对比及时代的确定。例如,在内蒙古扎赉特旗西部的德发卓地区,有一套不含化石的地层,层位和时代长期不明。在区域地质调查中,曾经发现一块木化石。经初步研究后,它被鉴定为 *Phoroxylon multiforium* (张武等, 1980), 因为该属仅见于下白垩统城子河组。地质区调队把它归到大磨拐河组。但后来经过野外实地考察,并补充采集了大量的标本,进行详细研究后发现,最初的化石鉴定可能有误,实际上,它们应被修订为 *Scalaroxylon multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng (张武等, 2006)。该属最早发现于瑞士晚三叠世考依波期。根据含化

石地层的沉积特征和区域地层层序，这套沉积层应与老龙头组对比，其时代应属早三叠世（张武等，2006）。

1.4.4 化石木材的研究配合野外对含化石层岩性岩相观察，可以对古生态和古地理环境进行较好的推断。如通过对 *Walchiopremnon gaoi* (田宝霖等，1993) 生活的古地理环境研究，认为该木材是生长在两个三角洲之间的潮坪地带，而且是在排水条件较好的高地上。再如，在法国中、上侏罗统海相沉积周期中，化石木材同气候、海平面动力学，以及碳酸岩台地环境的关系方面也得到了较好的研究（Garcia, Philippe and Gaumet, 1998）。

1.4.5 在化石木材的结构、构造，甚至在各种组织的细胞中，都蕴藏着它们在生长期间栖息地的许多气候信息，并潜在地记录了它们在生长过程中所经历的某些环境状况。通过识别化石木材内部构造的发育特征，以及生长轮的存在与否，找出它们所显示的古气候因子，进而推断古气候。特别是化石木材的生长轮与古气候的关系更为密切。尽管控制生长轮形成的因素相当复杂，但是就其一般情况而言，树木生长在无季节变化的热带，尤其是热带雨林地区，通常没有生长轮的显示，而树木生长在有季节性变化的温带气候区几乎都有明显的生长轮存在。如，丁秋红等（2004）对辽西义县组几种化石木材生长轮的年敏感度和平均敏感度的研究，表明在义县组沉积期间，气候的波动强烈，反映了干旱—半干旱的特点。

1.4.6 在地球生命的演化史中，木化石代表古植被的一个组成部分，扮演着重要角色。自晚古生代以来，裸子植物开始代替兴盛一时的孢子植物（或蕨类植物），成为全球植被中的优势类群。直至中生代晚期及其以后，才逐渐将它们的优势让位于被子植物。这些植物以不同时代的地壳板块为载体，随着板块运动在不同的纬度上漂移，时而分开时而汇聚。所以木化石（包括植物化石）也可以被作为板块构造运动的证据之一。

1.4.7 对化石木材的研究，是一种重要的生命科学普及工作，能够帮助人们树立科学的发展观。随着我国改革开放的不断深化，各项科研和科普工作都取得突飞猛进的发展。在很多省市的大型自然博物馆中，近年来都搜集了大量的珍稀动、植物化石，其中也包括各种各样的木化石，甚至在深圳和沈阳市的植物园中，还建立了国内、国外产出的迁地木化石森林，供给游客观赏。对化石木材的深入研究，无疑，可以大大提高这些展品的科技含量。通过对木化石的科学讲解，讲清它们的成因、类型、树木的起源、演化和发展，进而起到科学普及的作用。

第二章 木化石的成因、解剖构造及分类

(郑少林、张武、李勇、李楠)

2.1 木化石的成因类型与保存环境

木化石是泛指在整个漫长的地质历史时期中形成的化石木材，因此它的一般概念是与现生的木材相对而言的。根据它们的成因和形成环境的不同，我们试将它们分为以下主要的三大类：即，渗矿化、煤化及丝炭化化石木。

2.1.1 渗矿化木 (Permineralization)，等于石化木 (Petrifaction)

这类化石木材的保存状况，因矿物成分不同而异。常见的有：硅化、钙化、白云石化、蛋白石化、黄铁矿化、菱铁矿化等。其中以硅化及煤核中的钙化和白云石化保存最佳。

A) 硅化木：它是我们在收集到的标本中，数量最多也是最普通的一种木化石。因为它的矿物成分主要是二氧化硅 (SiO_2)，所以称硅化木。二氧化硅是火成岩的次生产物，也可以是热液的产物。在外生条件下，二氧化硅形成非晶质硅胶，有的就地沉积，有的被携带到各种水体之中。当木材被浸泡到含有适度的二氧化硅水溶液中后，二氧化硅的矿物成分可渗透到木材所有组织和细胞中，细胞中原有的物质成分逐渐被二氧化硅成分置换，但原来的细胞轮廓仍然被保留下来而形成了硅化木。硅化木的形成和埋藏环境是多种多样的。一种是原地埋藏型，如在火山喷发相的环境下形成的硅化木（如插图2.1.1C）。当一片茂密的森林，突然遭到火山喷发时，由于火山喷发伴随有巨大的高温、热浪，距喷发中心较近的森林将会被熔岩流吞没或烧毁。但距喷发中心较远的森林，除了被高温、热浪烘烤之外，同时还会被飘落的火山灰埋没在原生长地上，变成直立的硅化树桩，保存较好的树干，高可达20~30 m，如在深圳和沈阳植物园中的迁地木化石森林中所展示的情景（如页v, ix所示）。另一种是异地埋藏型，如在地质历史时期中，每当有狂风暴雨和海啸或海侵发生时，可能会有山体滑坡，可使大片的森林坍塌，或因洪水冲垮森林绿地，或因飓风将树木连根拔出或折断，或因海侵使海平面上升，将低洼地区的森林长期浸泡在含有硅酸的水溶液中，进而形成硅化木。大量被毁坏的树木被洪水冲走，当洪水过后，漂木搁浅下来。如果这些漂木被长期暴露在大气中，会慢慢地因腐烂而消失；如果在地势低洼的河床、河漫滩、湖盆或冲积相的水体中被泥沙迅速掩埋起来，在含有适量二氧化硅的水溶液作用下就会变成硅化木。

B) 钙化、白云石化，以及磷灰石化木：当木材被含有碳酸盐的水溶液浸泡后，经过成岩作用而形成的木化石，可称为钙化木（如插图2.1.1B）、白云石化木或磷灰石化木。这种木化石，多数以煤核的形式出现。但煤核 (Coal balls) 从严格的定义上讲，它并不完全属于木化石，然而，有时它确实含有部分木化石。因为在煤核中，除了包含有部分化石木材以外，往往还含有各种植物的根、茎、叶，以及生殖器官、种子和孢粉等化石。煤核的形成和埋藏环境与海相沉积的关系较为密切，而海水中碳酸盐的矿物成分很丰富，所以多数煤核以钙化为主。

C) 黄铁矿化、菱铁矿化木：黄铁矿 (FeS_2) 是地壳中分布最广的一种硫化铁矿物，形成于各种地质条件下。在沉积岩中，特别是在还原环境中的煤系地层中，黄铁矿化与植物的分解作用有关。黄铁矿的集合体常呈粒状、致密状、浸染状或球状，亦可呈煤烟状。隐晶质胶体亦称胶黄铁矿。黄铁矿化或菱铁矿化的木材，一般不适合于研究工作。因为黄铁矿最容易形成立方晶体，结成晶体后，会使植物的组织细胞受到破坏，而且它在遭到风化后，因失去硫离子而转化成褐铁矿 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)，它的颜色很深，常常使薄片呈铁锈色，不利于研究工作。但在某些特殊情况下，也可以利用，如山西太原组的2—4号煤层中的黄铁矿化煤核，经潘随舜等 (1984) 的研究，也可以鉴定出少量的木化石属种。

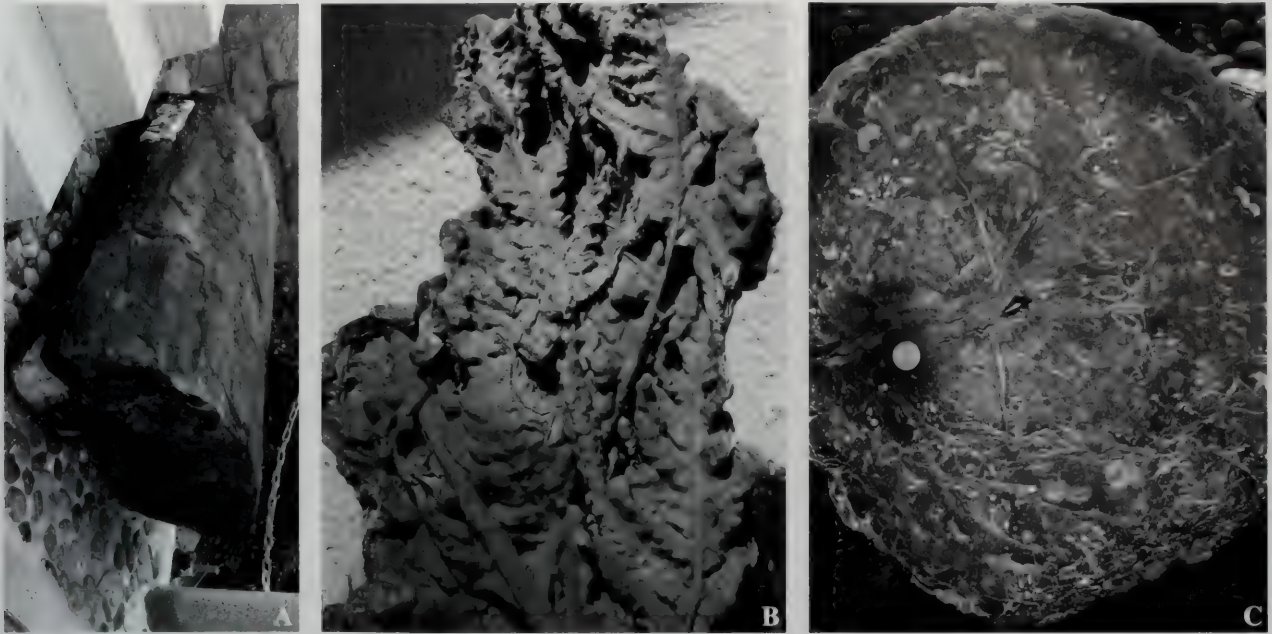


插图2.1.1 A. 煤化木, B. 钙化化石, C. 硅化木。

2.1.2 煤化木 (Coalification) : 当木材被保存在成煤的地质环境中, 常常因炭化而使木材变成煤化木。保存状况因煤化程度不同而异。一般煤化程度较低的 (如褐煤) 保存较好, 木材的细胞构造均可被保存。所以煤化木也可以通过切片加以研究 (如插图2.1.1A)。

2.1.3 丝炭化木 (Fusainization) : 丝炭化木的形成是在地质历史时期中野火使木材燃烧的结果 (王自强, 1997)。野火是干旱—半干旱生态系统中一种自然现象。其成因可能与火山喷发和大气中的雷电作用有关。当森林火灾过后, 会留下许多燃烧未尽的植物残片和残体, 它们可以保留部分的木质结构。但它们的体积一般较小, 多呈三维立体状。在它们形成化石的成岩过程中, 体积往往或多或少地被压缩。何德长 (1995) 在研究丝炭过程中, 采用扫描电镜与浸解方法相结合, 取得了较好的结果。浸解方法的优点是观察详细, 几克的丝炭能浸解出面积很大的细胞壁, 它们足够在显微镜下进行详细地研究。但是, 因为木材在形成丝炭时, 细胞会缩小, 而现代木材被燃烧后, 缩小的程度比浸解丝炭膨胀的程度要小得多, 所以测量数据多采用扫描电镜照片。

2.2 木化石的解剖构造

化石木材研究最重要的方法之一, 就是对它们进行解剖。通过解剖来了解木材内部的微细构造。经过多年的研究实践证明, 木材内部的所有构造特征都可以通过三个切面表现出来, 即: 横切面、径切面, 以及弦切面。在具有专项设备的实验室里, 将要研究的化石木材按上述三个方向制备成适合在生物显微镜下进行观察、测量和拍摄的薄片。现在在裸子植物的密木型木材 (如松柏类、银杏类)、疏木型木材 (如苏铁类) 以及被子植物木材中, 各个方向上所能观测到的解剖构造特征分述如下。

2.2.1 横切面

横切面是垂直于树干方向的水平切面。在这个切面中, 由于木材种类的不同, 所观察到的内容可能不完全相同。

1) 如果是松柏类的次生木质部的木材 (插图2.2A), 主要应注意观察生长轮和纵向树脂道的存在与否, 管胞横截面的形态、壁的厚薄和直径的大小, 以及木射线的分布、宽窄和密度; 当有轴向木薄壁组织存在时, 还应主要观察它们的细胞壁上是否有纹孔出现。当有髓部和次生木质部被保存时, 应注意观察髓的形态、大小及髓细胞是否属于同质的, 是否有分泌细胞、分泌管, 以及分泌道等的存在。

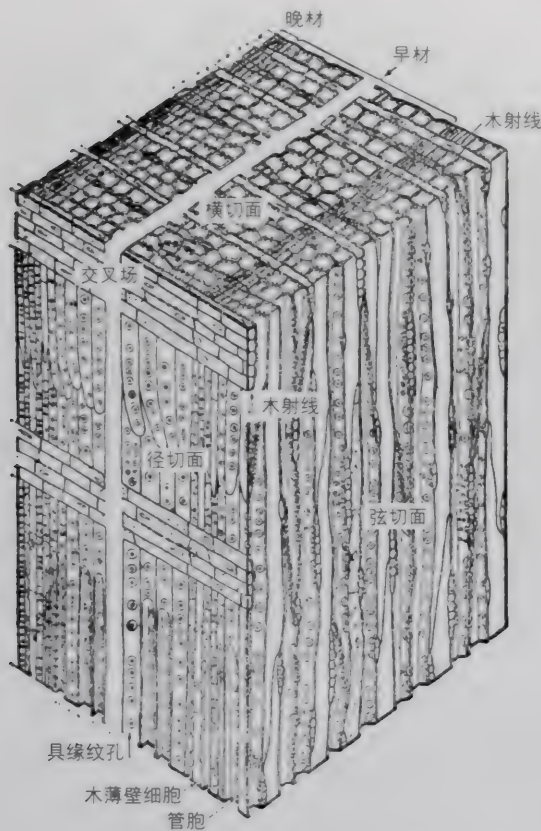
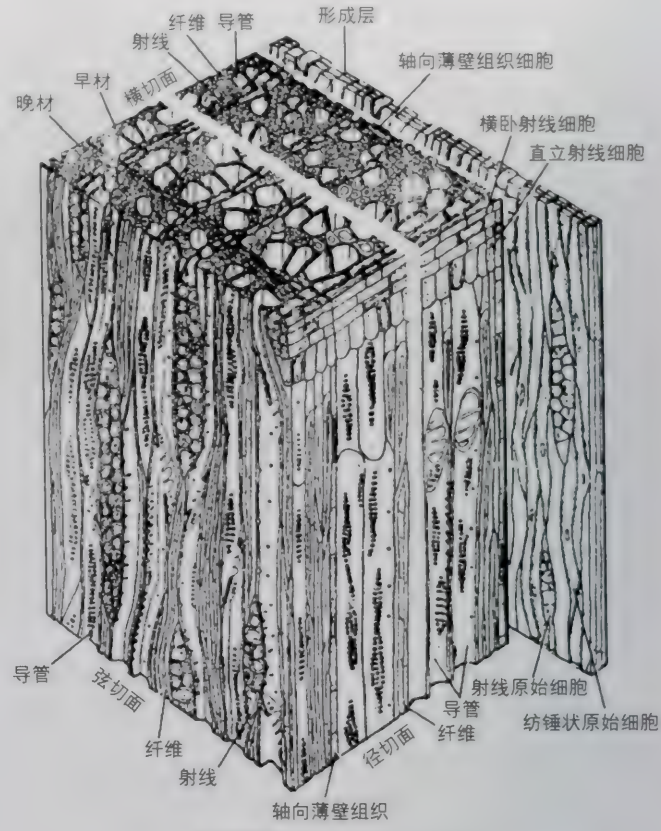


插图2.2A 松柏类次生木质部的解剖示意图



美国鹅掌楸 (*Liriodendron tulipifera*)
(一种双子叶植物)次生木质部和形成层的立体结构图解



插图2.2C 被子植物木材的解剖示意图
(据齐国凡等, 2005)

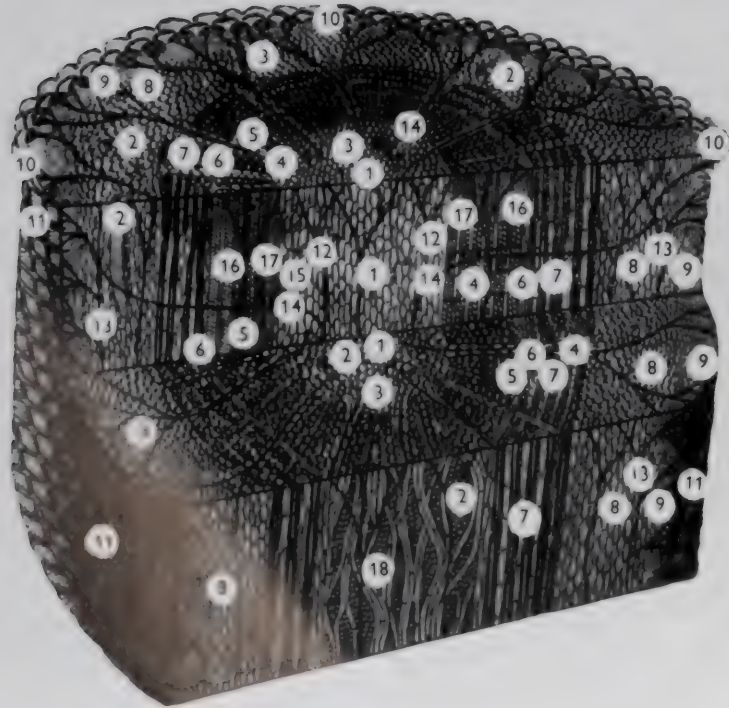


插图2.2B 苏铁类木材的解剖示意图

1. 髓, 2. 分泌道; 3. 草酸钙晶簇;
4. 初生髓射线; 5. 木质部部分;
6. 形成层; 7. 韧皮部; 8. 皮层;
9. 周皮; 10. 叶基痕; 11. 叶痕;
12. 髓的维管束; 13. 在皮层中维管束来自向外倾斜的叶迹中; 14. 来自髓的普通维管束, 向外倾斜通过初生髓射线进入叶中; 15. 转输细胞; 16. 管胞具有南洋杉型纹孔式; 17. 管胞具梯纹加厚; 18. 多列射线 (据 Z. Havas and T. Greguss, 1988)

2) 如果是苏铁类的次生木质部木材(插图2.2B), 它们往往很容易同髓部、次生木质部、皮层, 以及由叶柄基或低出叶柄基组成的防护套等一起被保存。苏铁类的髓部比较宽大, 在髓的薄壁细胞基本组织中, 可以观察到髓的维管束、分泌道、转输细胞和由它们组成的转输组织, 以及带状叶迹; 在髓的外侧, 是木质部圆筒, 它由初生木质部和次生木质部两个部分组成。初生木质部在木质部圆筒中只占很少部分。在现生的苏铁类中, 木质部基本上有两种形式: 即单木型和多木型。单木型仅有一个较窄的次生木质部环, 初生木质部位于次生木质部的内侧, 故称内始式, 并被初生的髓射线分割; 多木型可以有两个或两个以上的次生木质部环, 每个次生木质部环的内侧都有一个初生木质部带。在化石苏铁类的木材中, 除了有与现生苏铁类相同的单木型和多木型以外, 还发现有类似中始式的木质部环, 即次生木质部位于一个离心的和一个向心的次生木质部环之间。木质部环, 往往被初生的髓射线或次生的木射线分割成许多的木质部束。在木质部环的外侧, 依次是韧皮部、较厚的皮层和较薄的周皮层, 最外侧是由叶和低出叶柄基组成的防护套层。由髓部发出的带状叶迹可以穿过木质部、韧皮部、皮层和周皮进入叶柄基, 并形成叶柄基中的维管束系统。

3) 如果是被子植物的次生木质部木材(插图2.2C), 在横切面中主要有导管、纤维、射线和生长轮等, 导管可分为单管和复管; 纤维有薄壁纤维和厚壁纤维, 根据它们的排列形式和位置, 又可分为: 翼状、聚翼状、傍管状和环管状等等。

2.2.2 径切面

径切面是在纵向上通过木材直径的一个与水平面垂直的切面。在这个切面中, 能够见到在横切面中所涉及到的各部解剖构造在纵向上变化的特征。在不同种类的木材中, 除了共性特征外, 还应有各自不同的观察重点。

1) 松柏类木材的径切面: 重点观察管胞径向壁上具缘纹孔的类型(如南洋杉型、冷杉型或过渡型等), 以及是否同时具有紫杉式第三层(管胞次生壁 S_3 层)螺旋加厚等。这个特征在木材的系统分类和命名方面具有重要意义。其次是, 要注意观察木射线与管胞交叉后所形成的交叉场的特征。交叉场内的纹孔类型, 可按国际上通用的各种类型进行分类如: 杉木型、柏木型、松木型、罗汉松型、窗格型及南洋杉型等(IAWA Committes 1989, 2004; 周 崑, 姜笑梅, 1994)。在射线中, 是否有射线管胞的存在; 射线细胞的水平壁, 是否具有松科式的小壁孔(以往有些作者将它们称为冷杉式小壁孔, 如斯行健等, 1963, 317页); 射线细胞的端壁(弦向壁或垂向壁)是否具有节状加厚等。松科中的冷杉亚科, 其射线细胞具有真正的次生壁, 所以具单纹孔。木射线细胞端壁节状(念珠状)加厚, 在松科中的冷杉亚科及松属中的软木松类比较显著, 圆柏属和翠柏属的某些种亦很明显。所以, 这些特征同样具有重要的分类意义。

2) 苏铁类木材的径切面: 可以观察到髓、木质部圆筒和厚的皮层, 以及维管束、分泌道、转输细胞等组织在这个切面上的分布和变化情况; 在木质部环中可以见到初生木质部管胞壁上的螺旋和环纹加厚; 次生木质部管胞壁上的具缘纹孔和螺旋加厚的排列与分布情况; 韧皮部的韧皮薄壁细胞; 在皮层中可以观察到皮层的维管束、分泌道、转输细胞及横向延伸的带状叶迹等。在交叉场中, 射线细胞常常是异形的, 即可以具有直立的、方形的, 以及平卧的各种细胞形态, 交叉场纹孔的数目及形态等。

3) 被子植物木材的径切面: 可以观察到导管的形态及构造, 包括导管径向壁上的纹孔, 导管末端的穿孔板、纤维和轴向木薄壁组织的纵切面, 以及交叉场中射线细胞的横壁、端壁及交叉场纹孔的数目、形态和大小。

2.2.3 弦切面

弦切面是不通过木材圆筒直径的纵向切面, 不同种类的木材在这个切面中亦各有不同的观察重点。

1) 松柏类木材的弦切面: 重点观察木射线的特征, 如射线的行列数目、高低和密度; 射线细胞壁的厚薄、细胞形态和大小; 横向树脂道的存在与否, 如果存在, 它一般都出现在纺锤形射线中。管胞的弦向壁是否具有纹孔。轴向木薄壁组织的有无, 排列形式和丰富程度等。如果是银杏类木材, 异细胞和含晶体或草酸钙晶簇细胞是否存在等。

2) 苏铁类木材的弦切面：在次生木质部中，可见到1至多列的木射线，多列射线一般排列成纺锤形；在韧皮部中，主要是韧皮薄壁细胞；在皮层中，还可以见到皮层的维管束，分泌道，带状叶迹等。

3) 被子植物木材的弦切面：可以见到各种各样的多列射线、导管、纤维和轴向木薄壁组织等在纵向上的变化情况。

关于各大类群植物木材的解剖构造特征名词解释，除了参考国际通用的解剖名词以外，还可以结合具体实例，参考周崑、姜笑梅（1994）、Greguss (1968) 及齐国凡等（2005，110~123页）的有关文献。

2.3 世界木化石系统分类现状

为了简捷和适用，在本文中，我们不想过多地陈述那些已经过了时的系统分类原则和命名的研究历史。我们只是部分地选择在近代比较有代表性的系统分类和命名原则、方法和现状加以简介。

2.3.1 晚古生代木化石的系统分类现状

在20世纪70年代初，Lepekhina (1972) 对库兹涅茨克盆地晚古生代的木化石进行了详细地研究和系统的总结。在她的总结中，对晚古生代木材提出的系统分类不仅仅是指安加拉植物区的，而且也涉及到了欧美区，甚至冈瓦纳区。她几乎把所有的晚古生代木材都囊括在台座木族 (*Dadoxyleae*) 的一个统一的分类图中 (插图2.3.1)。首先，她按木材的次生木质部管胞的径向壁纹孔式，把所有的木材划分为9种类型 (在方框中的属或类型)。然后，她又把那些根据保存有初生木质部和髓的木材而建立的类型 (不带方框的属) 同各自有关的次生木质部类型进行联合。联合后，根据初生木质部和髓建立的属名是不变的，而被联合的，仅根据次生木质部建立的属名不再出现，它仅仅表示这些属的次生木质部是属于那个类型的。从这个图上，我们可以看出，南洋杉型木属 (*Araucarioxylon*) 是一个仅代表次生木质部的形态属，可有10个属同它联合。这就是说，同它联合的这10个属的次生木质部类型都是南洋杉式的。第2个次生木质部类型是原始叶枝杉型木属 (*Protophyllcladoxylon*)，可与3个属联合，即这3个属的次生木质部是属于原始叶枝杉型木属类型的。而其它的次生木质部属或类型，多数仅有一个可联合的属，其中有2个属，迄今尚未发现带有初生木质部和髓的木材。

在现代的化石木材系统分类中，把仅保存次生木质部的木材和保存有初生木质部及髓的木材分

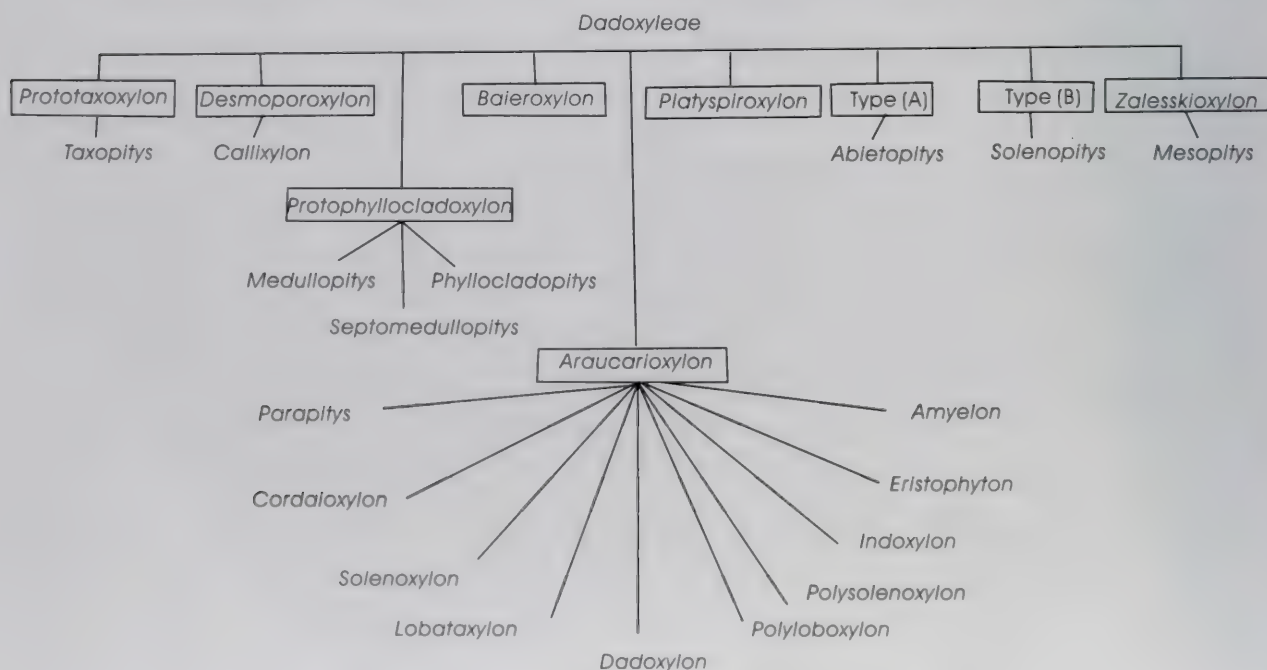


插图2.3.1 *Dadoxyleae*的系统分类 (据Lepekhina, 1972)

别命名,并有选择的加以联合的分类命名原则,已得到公认并采用。但是,在 Lepekhina 的这个分类系统中,存在一个较大的问题是,用 *Dadoxylon* 属来做整个晚古生代木材的系统名称,即台座木族 (*Dadoxyleae*)。因为 *Dadoxylon* 这个属名已被取消(参见郑少林,2000),所以,她的这个分类系统必须做适当的调整和修正。

在20世纪80年代初,Prasad (1982)对印度晚古生代裸子植物木材进行了一个较全面的总结性说明,包括19属和44种。其中的11个属和21种是有髓、初生木质部和次生木质部的。其余的8属和21种是仅有次生木质部的。在他的系统分类图中(Prasad, 1982, 152页),有8个次生木质部的形态属,其中的 *Protopalaeoxylon* 是他建立的新属。但这个属是没有被认可的,因为这个属的特征与南洋杉型木属没有区别。还应指出的是,在这个分类图中,Prasad 把 *Palaeospiroxylon* 属同次生木质部类型的 *Bairoxylon* Greguss (1961) 属联合,但 Pant and Singh (1987) 则认为,它应同 *Parapalaeospiroxylon* Pant et Singh (1987) 相联合。

在20世纪80年代后期,Pant et Singh (1987) 不仅重新研究了印度晚古生代下冈瓦纳系的化石木材,而且还系统地总结了包括南美、非洲、澳大利亚,以及南极等地有关化石木材属种的地理分布,并对这些木材进行了系统分类。这个分类系统,虽然是仅对冈瓦纳大陆提出的,但对化石木材的系统分类也具有普遍的意义,故简介如下。

下冈瓦纳系的化石木材,根据次生木质部管胞的径向壁纹孔式可划分为以下五种主要类型:

- I, 南洋杉式木材;
- II, 木材显示南洋杉式纹孔式和管胞第三层 (S_3 层) 上的螺纹加厚联合;
- III, 木材显示南洋杉式纹孔式和冷杉式纹孔式联合;
- IV, 木材显示南洋杉式纹孔式和冷杉式及螺纹加厚的三重联合;
- V, 木材显示纹孔呈分离的群并与其它种类的纹孔式联合。

这五种管胞径向壁纹孔式类型,均可有两种不同的搭配形式:即仅以次生木质部建立的形态属和据初生木质部及髓所建立的形态属两者搭配的形式,分述如下:

- I. 1. 南洋杉型次生木质部的木材包括以下3个属:

Araucarioxylon Kraus (1870): 交叉场纹孔为具缘的,纹孔的数目较多。

Zallesskioxylon Lepekhina et Yatsenko-Khmelevsky (1966): 交叉场纹孔简单,小而多。

Protophyllcladoxylon Kräusel (1939): 交叉场纹孔简单,斜置,大,通常为1个或2个。

这些属,可与具有髓的和初生木质部木材的以下属搭配:

- I. 2. 具髓的和初生木质部的木材,可根据髓是否被分离,分为:

- A. 髓是分离的有2个属:

(1) *Solenoxylon* Kräusel (1956b): 髓大,具横隔;初生木质部为内始式。

(2) *Cordaioxylon* Grand' Eury (1877): 初生木质部以薄壁细胞同次生木质部分离或接触。

- B. 髓是不分离的,但根据髓的基本组织类型,又可分为:

- a. 髓是同质的有3个属:

(1) *Phyllocladopitys* Kräusel (1928): 在一个具有厚壁细胞的髓中有径向空隙,初生木质部为中始式,交叉场纹孔常为一个,大,简单,有时为几个。

(2) *Abietopitys* Kräusel (1928): 髓为同质的,初生木质部中始式,射线细胞的水平壁和弦向壁具孔。

(3) *Champanoxylon* Pant et Singh (1987): 髓是实心的,初生木质部内始式,交叉场纹孔是具缘的,数目多。

- b. 髓是异质的有9个属:

(1) *Trigonomyelon* (Zeiller) Walton (1925): 髓分裂成瓣状,有散生的分泌细胞,初生木质部内始式。

(2) *Damudoxylon* Maheshwari (1967): 髓不分瓣,有散生的分泌细胞,交叉场纹孔具缘,数目多。

(3) *Megaporoxyton* Kräusel (1956b): [同]*Damudoxylon*相似, 但区别在于前者的交叉场纹孔通常仅一个, 大, 简单, 有时为少数几个。

(4) *Polysolenoxylon* Kräusel et Dolianiti (1958): 在径向上, 髓, 有排列不规则的裂隙, 初生木质部为内始式。

(5) *Barakaroxyton* (Surange et Maithy) Kulkarni et al. (1971): 在髓的周边显示有内部联合的纵向道及内始式的初生木质部。

(6) *Indoxylon* Surange et Maithy (1962): 在髓的中央有一个道。

(7) *Taeniopitys* Kräusel (1962): 在髓中有一个被薄壁组织鞘包围的分泌管, 初生木质部为中始式的。

(8) *Kaokoxyton* Kräusel (1956b): 在环髓带中有一个硬壁组织带, 初生木质部内始式, 交叉场纹孔多而具缘。

(9) *Medullopitys* Kräusel (1928): 在髓中有不规则分布的硬壁组织束, 初生木质部为中始式, 交叉场纹孔简单, 数目少。

II.1. 南洋杉型径向壁纹孔式并具有螺纹加厚的次生木质部的木材仅有1个属, 即:

Prototaxoxylon (Walton) Kräusel et Dolianiti (1958): 管胞的径向壁纹孔式为南洋杉式并带有螺纹加厚。

II.2. 髓部和初生木质部均被保存的木材有以下4个属:

(1) *Taxopitys* Kräusel (1928): 髓为薄壁组织的, 细胞具纹孔或分泌细胞, 初生木质部中始式。

(2) *Parataxopitys* Maniero (1951): 髓为异质的, 具有分散的或成群的硬壁组织细胞形成纵行; 初生木质部外始式。

(3) *Prototaxopitys* (Agashe et Chitnis) Agashe (1977): 髓为同质, 具有胞间隙; 初生木质部内始式。

(4) *Sclerospiroxylon* Prasad (1982, 1986): 髓为异质的, 硬壁细胞成群或在不同的方向上排列成短行; 初生木质部为内始式。

III.1. 这个类型的次生木质部的木材有3个属:

(1) *Ranaoxyton* Pant et Singh (1987): 管胞径向壁纹孔以南洋杉式为主, 偶尔出现两列对生(即所谓的abietoid pittings); 木射线单列; 交叉场纹孔具缘, 很多, 圆形到卵圆形。

(2) *Kamthioxylon* Mahabale et Vagyan (1980): 管胞径向壁纹孔以南洋杉式为主, 且有圆形、对生的纹孔(abietoid), 在对生的纹孔之间有萨尼奥横条显示; 轴向木薄壁组织存在; 管胞的弦向壁具孔; 木射线单列, 但常常出现两列; 交叉场纹孔多, 柏木型。

(3) *Australoxyton* Marguerier (1973): 管胞径向壁纹孔式由南洋杉式、冷杉式及成群的三种类型的纹孔组成; 木射线单列, 仅局部双列; 交叉场纹孔具缘, 数目多, 呈眼孔形。

III.2. 具髓部和初生木质部的木材有3个属:

(1) *Kendoxylon* Pant et Singh (1987): 髓为卵圆或圆形, 不分瓣, 中央细胞排列不规则, 周边有一个在径向上连续的细胞环; 初生木质部内始式; 交叉场纹孔为卵圆形, 具缘, 杉木型。

(2) *Solenopitys* Kräusel et Dolianiti (1958): 髓具有分泌道, 散生于环髓带内; 初生木质部中始式。

(3) *Nandorioxylon* Biradar et Bende (1981): 髓部分瓣, 有环髓薄壁组织鞘; 初生木质部为内始式; 木射线单列或双列; 交叉场纹孔数目多, 柏木型。

IV.1. 次生木质部的木材仅一个属:

Parapalaespiroxylon Pant et Singh (1987): 管胞径向壁纹孔式显示南洋杉型、冷杉型及具有紫杉式第三层(管胞次生壁的S₃层)螺纹加厚的三重联合; 木射线始终单列; 交叉场纹孔具缘, 数目少或多。

IV.2. 有髓部和初生木质部的木材有2个属:

(1) *Arauspumpitys* Pant et Singh (1987): 髓是同质的; 初生木质部内始式; 交叉场纹孔具缘, 2个或多个, 南洋杉式。

(2) *Paraespiroxylon* Prasad et Chandra (1980): 髓为异质的, 具有分泌细胞; 初生木质部内始式;

交叉场纹孔为圆形，柏木型。

V. 在下冈瓦纳系木材属中，有一些种类，它们的管胞径向壁的纹孔式是成群分布的。在群与群之间有一个无纹孔区域。这些木材又被分为两个不同的类群：

a. 木材的次生木质部有一个圆筒形的轮廓，它们有2个属：

(1) *Paracatervoxylon* Pant et singh (1987): 髓部及初生木质部不明，次生木质部管胞的径向壁纹孔1列至多列，成群地分布；交叉场纹孔具缘，数目很多，杉木型，略呈圆形至伸长的卵圆形；木射线通常单列，或稀局部双列。

(2) *Catervoxylon* Pant et Singh (1987): 它的次生木质部管胞的径向壁纹孔式为*Paracatervoxylon*型。它的髓是同质的；初生木质部内始式；木射线单列；交叉场纹孔数目多，简单或不明确的具缘。

b. 木材的木质部圆筒分裂成一些环髓的楔形物。这个类型包括3个属：

(1) *Tordoxylon* (Kräusel) Mussa (1978); 它显示一个不对称的似藤本植物的木质部圆筒。次生木质部分裂成一些向内联结的楔形物，每个楔形物具有一个中央腔。木材的髓部和初生木质部不明。管胞径向壁上的纹孔群分布在管胞壁平坦的位置上；具有轴向木薄壁组织出现。木射线单列；交叉场纹孔简单，每场4~5个，每个纹孔似呈“颗粒状”。

(2) *Myelontordoxylon* Mussa (1978): 木质部圆筒对称，有一个“初生”的髓，但初生木质部不明。次生木质部被分裂成楔形的突出的辐射物，管胞的径向壁显示体积很小的、2~6个成群的纹孔；交叉场纹孔呈现“颗粒”形并具缘，有时它们排列成梅花状。

(3) *Paratordoxylon* Mussa (1978): 在这个木材中，较大的轴并没有显示髓的存在，但偶尔在分枝的茎中有髓出现；初生木质部不明。木质部圆筒被分裂成不对称的环髓楔形物；管胞径向壁纹孔式，在早材中为南洋杉式，在晚材中是成群分布的。

应当指出的是，在 Pant and Singh (1987) 的这个分类系统中，把争论多年的 *Dadoxylon* 与 *Araucarioxylon* 两属的关系搞清楚了，并用 *Chapmanoxylon* 属代替已被否定了的台座木属 *Dadoxylon*，得到了很多学者的赞同 (Agashe and Prasad, 1989; 郑少林, 2000; 王军, 2000)。后来，Agashe and Prasad (1989) 对印度二叠纪木材做进一步研究时，除了肯定上述分类系统以外，还把那些在径向壁的纹孔缘上或在交叉场具缘纹孔缘上，存在有某些小孔珠状纹饰 (bead like ornamentation) 的类型，归入南洋杉科的 *Agathoxylon* 属。在这个分类系统中，有很多属是属于世界性分布的，但也有一些仅为南半球晚古生代冈瓦纳植物区特有的，如可能与舌羊齿 *Glossopteris* 类植物有关的化石木材，在其它植物地理区是很少见的。还应说明的是，在部分较近期发表的论文中，如 Vozenin-Serra 等 (1991)，他们仍然使用 *Dadoxylon* (*Eristophyton*)，*Dadoxylon* (*Cordiaoxylon*)，以及 *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*) 的命名方式，显然这是不可取的。我们主张，把括号前面的 *Dadoxylon* 去掉而直接采用括号内的属名。

在本文的研究中，我们基本上采纳了 Pant and Singh (1987) 和 Lepekhina (1972) (被修订后的) 分类原则和分类系统，并参考了周崑和姜笑梅 (1994) 对现代裸子植物木材所使用的分类原则。但在苏铁类 (包括本内苏铁类)、银杏类木化石的分类和命名的研究方面，迄今还没有一个能够令人满意的方案。这可能是因为在晚古生代期间，这两个大植物类群的化石木材发现甚少，或与研究不够有关。所以对这部分木材的分类与命名主要是根据我们自己的认识和理解进行的。

2.3.2 中、新生代裸子植物木化石的分类现状

在中、新生代裸子植物，特别是松柏类木材的系统分类与命名的历史文献中，早期，Gothan (1905) 对中生代松柏类木化石已提出一个系统分类划分方案 (参见斯行健, 李星学等, 1963, 317页)。Kräusel (1917, 1919) 把介于南洋杉型与冷杉型之间的管胞径向壁纹孔式木材类型合并成化石木材普通集群，称为原始松科 (*Protopinaceae*)。后来，Eckhold (1923) 对松柏类木材 (包括现代的和化石的) 管胞径向壁的纹孔类型做了较为精确的划分，即南洋杉型 (*araucarioide Typus*)、冷杉型 (*abietoiden Typus*)，而把在化石木材中，介于上述两种纹孔式之间的木材作为中间的过渡类型 (*Übergänge zwischen beiden Tüpfeltypen*)。他认为，在化石木材中，凡属于南洋杉型和过渡型纹孔式的木材，除了 *Araucarioxylon* 属

以外的木材属，在属名前均应加上Proto-的词头，以示原始性含义。据此，他对从前的许多属名做了修订，并指出，上述三种纹孔式的演化趋势，而过渡型纹孔式主要出现在三叠纪晚期，在侏罗——白垩纪期间占绝对优势（Eckhold, 1923, 482页，图3）。

Kräusel (1949) 在总结世界各地的松柏类化石木材时，提出一个属一级的系统分类特征的检索表，它具有重要的参考价值，译述如下：

1. 管胞径向纹孔至少部分地为圆形，当多列时，对生，大多数以萨尼奥横条隔开..... 2
— 管胞径向纹孔从不或很少为圆形，常常做有规律的压扁，在呈多列时是多变的，通常为5~6列..... 24
2. 管胞径向纹孔从不做典型的南洋杉式，全部以圆形纹孔占优势，并呈对生..... 3
— 管胞径向纹孔，根据形态和排列，在两者中至少有一种是混合型的，总体是过渡型的..... 14
3. 在正常的木材中，具有垂向的和水平的树脂道..... 4
— 在正常的木材中，无树脂道，如果有树脂道，充其量是在受伤的木材中..... 5
4. 树脂道是厚壁的，射线管胞的横壁多数是光滑的，射线薄壁细胞的水平壁和弦向壁具有明显的冷杉式纹孔..... *Piceoxylon*
— 树脂道是薄壁的，射线管胞的横壁多数具孔，射线细胞壁平滑..... *Pinuxylon*
5. 在所有的管胞中具有螺纹加厚..... *Taxoxylon*
— 在管胞中螺纹加厚缺乏..... 6
6. 木射线细胞的水平壁和弦向壁具有规则的冷杉式壁孔..... 7
— 木射线细胞的水平壁，尤其是弦向壁，以平滑的壁占优势..... 8
7. 纹孔（冷杉式）很稠密，交叉场纹孔小而多，木薄壁组织稀少或缺乏..... *Cedroxylon*
— 纹孔稀少，交叉场纹孔具有少许的柏木型纹孔，木薄壁组织较丰富..... *Juniperoxylon*
8. 交叉场纹孔为柏木型（孔口的倾斜度或大或小）..... *Cupressinoxylon*
— 交叉场纹孔不是柏木型..... 9
9. 交叉场纹孔为杉木型（在早材中，孔口或多或少呈水平的，较宽）..... *Taxodioxyton*
— 交叉场纹孔不做杉木型..... 10
10. 交叉场纹孔为水松型（在早材中为简单纹孔）..... *Glyptostroboxylon*
— 交叉场纹孔不做水松型..... 11
11. 交叉场纹孔为罗汉松型（孔口倾斜或垂直，尤其是在早材中为简单的纹孔）... *Podocarboxylon*
— 交叉场纹孔不做罗汉松型..... 12
12. 交叉场纹孔为形态可变的，大的简单的纹孔..... *Sciadopityoxylon*
— 交叉场纹孔为形态不变的，简单的纹孔..... 13
13. 交叉场纹孔为倾斜的至横向的椭圆形..... *Phyllocladoxylon*
— 交叉场纹孔为简单的环形至圆形..... *Circoporoxylon*
14. 木射线细胞的水平壁和弦向壁，具纹孔..... 15
— 木射线细胞，至少在弦向壁上光滑的..... 20
15. 管胞径向壁纹孔疏松或稀少..... 16
— 管胞径向壁纹孔很稠密（冷杉式纹孔式）..... 17
16. 交叉场纹孔为柏木型..... *Protojuniperoxylon*
— 交叉场纹孔为罗汉松型..... *Protopodocarboxylon blewillense*
17. 在木材中，有正常的树脂道..... 18
— 在木材中，树脂道缺乏，或至多仅有创伤树脂道..... 21
18. 在木材中，纵向的和水平的树脂道都存在..... *Palaeopiceoxylon*
— 在木材中，水平的树脂道缺乏，仅在受伤的木材中存在..... 19

19. 在交叉场中, 有很多的简单的小纹孔..... *Pinoxylon*
- 在交叉场中, 具有单个的, 或多或少的简单纹孔..... *Protopinuxylon*
20. 管胞径向壁纹孔可达3列, 以南洋杉型纹孔式占优势..... *Planoxylon*
- 管胞径向壁纹孔为1~2列, 为过渡型纹孔式..... *Araucariopitys*
21. 在交叉场中具有很强的的小纹孔..... *Brachyoxylon*
- 在交叉场中仅有少数(最多可达8个)的小纹孔..... 22
22. 在受创伤的木材中, 具有大的水平的树脂道(在纺锤型射线中)..... *Arctoxylon*
- 在受创伤的木材中, 具有小的, 或最多有纵向的树脂道..... 23
23. 交叉场纹孔为罗汉松型到小的简单纹孔..... *Protopodocarpoxylon*
- 交叉场纹孔为柏木型(甚至为杉木型、水松型)..... *Protocupressinoxylon*
24. 在交叉场中, 有少许的大的纹孔和很多的简单纹孔..... 25
- 在交叉场中, 有很多的小纹孔..... 26
25. 管胞径向壁的纹孔很大, 当1列时, 在纵向上被强烈地压扁..... *Xenoxylon*
- 管胞径向壁的纹孔式为典型的南洋杉型..... *Protophyllocladoxylon*
26. 木射线细胞的水平壁和弦向壁具有冷杉型的壁孔..... *Planoxylon*
- 木射线细胞的水平壁和弦向壁光滑..... 27
27. 树脂道始终缺乏..... *Araucarioxylon*
- 在受创伤的木材中存在树脂道..... *Brachyoxylon*

除此表之外, Kräusel (1949) 还对各属提供了种一级分类的检索表, 此处不再赘述。

在20世纪60年代的中后期, Vogellehner对德国的中生代, 特别是早中生代的化石木材做了比较深入的研究, 在系统分类及命名方面, 进行了有益的补充和修订工作, 同时还建立了许多的新属种, 在此略做简介如下。Vogellehner (1965) 在对德国晚三叠世木材的系统分类研究中, 除了对许多属的特征进行了讨论, 如, *Xenoxylon*, *Protocupressinoxylon*, *Cordaioxylon* 等, 并建立了 *Europoxylon*, *Koleoxylon*, *Pennsylvanioxylon*, *Haplomyeloxylon* 等新属。其中的 *Pennsylvanioxylon* 是根据产于美国宾夕法尼亚晚古生代的 *Cordaites* (Cohen and Delevoryas, 1959) 修订的。该属在我国的晚古生代木材中也被发现。不过在这项研究中, 他对 *Dadoxylon* 属的描述还是沿用了已经过时的老观点, 所以对此还必须做进一步地修订。Vogellehner (1967) 对中生代裸子植物木化石的解剖和系统发育做了研究, 他对原始松科 (*Protopinaceae*) 系统发育的重要意义做了说明, 并建立了 *Protocircoporoxylon* 新属。Vogellehner (1968) 在中生代裸子植物解剖和系统发育的研究论文中, 主要是对侏罗纪的原始松科 (*Protopinaceae*) 的木材进行了编撰和描述。他认为, 对这个类群的木材来说, 有些特征, 如, 纵向的树脂管和射线管胞构造在侏罗纪中是新的。射线细胞的冷杉式壁孔多次出现 (如在 *Protocedroxylon*, *Protopiceoxylon* 中)。柏木型的交叉场纹孔, 似乎是有较多的变异 (如狭义的柏木型, 杉木型, 罗汉松型)。另外, 有很多木材的交叉场纹孔是属于“卵孔型” (“ooporoid”) 的 (实际上是指不具缘的简单纹孔)。对这个纹孔类型的详细研究提出一个新的分类, 以及与它相符合的属: 即圆孔型的, 定为 *Protocircoporoxylon*, *Circoporoxylon*; 多孔型的, 定为 *Protopolyporoxylon*, *Polyporoxylon*; 叶枝杉型的, 定为 *Protophyllocladoxylon*, *Phyllocladoxylon*; 罗汉松型的, 定为 *Protopodocarpoxylon*, *Podocarpoxylon*。又建立了次生木质部木材的两个新属 *Prototaxodioxylon* 和 *Protopolyporoxylon* 属, 他还根据保存有髓的和初生木质部的木材建立了三个新属 即 *Scotoxylon*, *Yorkoxylon* 及 *Svalbardoxylon*。前者在我国冀北的土城子组中也被发现过。这个分类系统的应用, 证明更进一步的系统发育路线。他指出, 在构造上显示保存有髓的、初生的和次生木质部标本的分别命名, 提供对确定原始松科的某些类型的一种新的可能性, 它比较早期仅用次生木质部鉴定的木材更加精确。以下的联合在侏罗纪已被见到。如 (1) *Scotoxylon* 的髓是薄壁组织的, 没有硬壁组织细胞, 它的次生木质部属于 *Protojuniperoxylon*; (2) *Yorkoxylon* 的髓是薄壁组织的, 无硬壁组织细胞, 它的次生木质部是属于 *Protocedroxylon*; (3) *Svalbardoxylon* 的髓是薄壁组织的, 具有硬壁组织细胞, 它的次生

质部是属于 *Protopiceoxylon* (或 *Pinoxylon*) 从而表明, 侏罗纪的系统发育程度比三叠纪高。而现代松柏类木材类型的演化是更进步的。由此, 我们已看到, 有一些路线, 或多或少地直接诱导出现代的松柏类木材, 而另一些路线可以被认为, 是没有直接连续性的。

2.3.3 中生代以来的苏铁类木材的系统分类现状

苏铁类和本内苏铁类, 在不同的学者那里, 分类的级别是不同的。如 Taylor (1981) 将它们分别称为苏铁植物门和拟苏铁植物门。根据叶部、生殖器官的化石, 苏铁类的起源可以追溯到晚古生代的早二叠世 (Mamay, 1976)。后者, 在欧洲多称为本内苏铁, 而在美国则称为拟苏铁植物门, 迄今仅出现于中生代。虽然它们的叶部化石在中生代的沉积中种类繁多, 但就木材化石而言, 所见却屈指可数。所以有关这个类群的系统分类的资料也较少。Gupta (1971) 在研究印度的侏罗纪一种苏铁类化石木材时, 提出一个并非正规的分类系统: 即,

A群, 本内苏铁亚纲 (*Bennettitopsidae*): 包括以下5个属或种:

(1) *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah (1954): 它是一个内始式坚固的木材, 显示28个或更多的生长轮, 管胞具有梯状的和具缘的纹孔; 木射线具厚壁, 具孔, 1~56个细胞高, 髓很窄, 黏液道和髓的维管束不存在。

(2) *S. andrewsii* Bose et Sah (1954): 坚固的内始式木材, 有24个或更多的生长轮, 管胞具有梯纹和具缘纹孔; 木射线具厚壁, 具孔, 1~46个细胞高, 1~3个细胞宽; 在髓中黏液道不存在。

(3) *Bucklandia indica* Seward (1917): 宽的皮层具黏液道, 有7~11个内始式维管束群, 坚固的内式木材, 有5个或更多的生长轮; 管胞具有2~5列具缘纹孔; 木射线1~40个细胞高和1~2个细胞宽, 在髓中有黏液道存在, 但没有髓的维管束。

(4) *B. sahnii* Bose (1953a): 宽的皮层中有黏液道, 内始式的维管束5~7个群, 坚固的木材为内始式, 有11个或更多的生长轮, 管胞具有梯纹纹孔和1~4列具缘纹孔; 髓射线具有厚壁并具有纹孔, 1~48个细胞高和1~3个细胞宽; 当无髓的维管束时, 宽的髓部具有分泌道。

(5) *B. guptai* Sharma (1967): 宽的皮层具有黏液道, 5个内始式维管束群; 木材为内始式, 坚实, 有明显的生长轮, 管胞具有梯纹纹孔和1~2列具缘纹孔; 木射线具有厚壁, 具孔, 1~24个细胞高和1~2个细胞宽; 髓部可有分泌道, 但无髓的维管束。

B群, 种子蕨纲 (*Pteridospermopsida*): 仅1种:

(1) *Cycadoxylon robustum* (Seward, 1897) Seward (1917): 产于英国Sussex的二叠纪, 宽的皮层有黏液道, 中始式的维管束1~5个群; 木材为内始式, 疏木型, 有1或2个生长轮, 管胞具有梯纹纹孔和1~2列具缘纹孔; 木射线具有厚壁, 1至更多个细胞高和厚; 髓具有分泌道, 但无髓束。

C群, 苏铁纲 (*Cycadopsida*): 包括5个属、种:

(1) *Cycas revolute* Thunb. (1784) (Greguss, 1968, 47页): 现代种, 宽的皮层有分泌道, 中始式的带状叶迹; 木材为疏木型, 内始式, 很多的生长轮, 发育来自新的形成层, 管胞具有多列的具缘纹孔和第三层螺纹加厚; 木射线具有薄和光滑的壁, 多个细胞高和宽, 宽的髓, 具有分泌道, 但髓的维管束不存在。

(2) *Macrozamia fraseri*; 现代种;

(3) *Michelilloa waltonii* Archangelsky et Brett (1963): 产于阿根廷的三叠纪。木材为疏木型, 内始式, 具有单个的生长轮; 管胞具有多列的具缘纹孔; 木射线薄和厚, 1至多个细胞高和宽; 髓, 宽, 具有分泌道, 但髓的维管束不存在。

(4) *Taxiscarioxylon mehtae* Jain (1964): 产于印度的侏罗纪。具有宽的皮层, 黏液道不存在, 内始式的维管束呈单独的或成对的; 木材为中始式, 有单个的生长轮; 管胞具有1~2列具缘纹孔, 无第三层加厚; 木射线薄和厚, 具有光滑的壁, 1至多个细胞高和宽; 髓, 不具有黏液道, 但有髓的维管束存在。

(5) *Sewardioxylon sahnii* Gupta (1971): 产于印度的中侏罗世。宽的皮层无黏液道, 内始式的束呈单个的或成对; 木材为疏木型, 具有两个生长轮, 一个具有外始式的和另一个具有内始式的维管束; 管胞

有具缘纹孔和第三层螺纹加厚；木射线壁薄，光滑，很多个细胞高和宽；髓，不具有黏液道，但有若干同心的和并列的髓的维管束。

在这个分类系统中，对属、种的描述术语，使用不够准确，如把现代苏铁类的多木型次生木质部说成多个生长轮、把同时存在的向心的和离心的次生木质部环也视为有两个生长轮等。另外，把 *Sahnioxylon* 属归入苏铁类，迄今尚存在争论（郑少林等，2005）。还有英国二叠纪的 *Cycadoxylon* 属，最初被 Seward (1917) 暂归苏铁蕨类 (Cycadofilices)，它的确切亲缘关系和归属问题亦有待进一步研究。在此，我们还应补充本内苏铁类木化石的一个重要成员，它就是产于美国晚中生代的 *Cycadeoidea* (Wieland, 1906, 1916)。该属是迄今已知材料最丰富，研究最为详细的本内苏铁类化石木材。

就我们目前所知，在世界各地已被描述的苏铁类化石木材将近有17个属。它们是：

- (1) *Fascisvarioxylon mehtae* Jain (1964): 产于印度的中侏罗世；
- (2) *Michelilloa waltonii* Archagelsky et Brett (1963): 产于阿根廷的三叠纪；
- (3) *Menucoa cazaui* Petriella (1969): 产于阿根廷的古近纪；
- (4) *Lyssoxylon grigsbyi* Daugherty (1941): 产于美国的晚三叠世；
- (5) *Leptocycas gracilis* Delevoryas et Hope (1971): 产于美国的晚三叠世；
- (6) *Sewardioxylon sahnii* Gupta (1960, 1971): 产于印度的中侏罗世；
- (7) *Nilssonicladius* Kimura et Sekido (1975): (无解剖特征) 产于日本的早白垩世；
- (8) *Bororoa* Petriella (1972): 产于阿根廷的古新世；
- (9) *Charmorgia dijolii* Ash (1985): 产于美国晚三叠世；
- (10) *Antarcticycas schopfii* Smoot, Taylor et Delevoryas (1985): 南极的三叠纪；
- (11) *Cetricycas antarcticus* Cantrill (2000): 南极的晚白垩世；
- (12) *Sanchucycas gigantean* Nishida, Nishida et Tanaka (1991): 日本的白垩纪；
- (13) *Worsdellia* Artabe, Zamuner et Stevenson (2004): 阿根廷的白垩纪；
- (14) *Brunoa* Artabe, Zamuner et Stevenson (2004): 产于阿根廷的白垩纪；
- (15) *Lioxylon liaoningense* Zhang et al. (2006): 产于中国的中侏罗世。

另外，还有两个仅有次生木质部的属，也同苏铁纲有密切的亲缘关系，但是从前它们被认为可能属于本内苏铁类：

- (16) *Phoroxylon scalariforme* Sze (1951): 产于中国的白垩纪；
- (17) *Scalaroxylon multiradiatum* Vogellehner (1967): 产于德国的晚三叠世。

现代苏铁类的研究简史及系统分类 (Johnson, 1959; Stenvenson, 1990, 1992)，王发祥等 (1996) 已有较为详细的介绍，此处不拟重复。现代苏铁类的系统分类主要是根据生殖系统和叶部构造特征。苏铁目共有10个属，后来增至11属 (Stenvenson, 1992)。Greguss (1968) 对10属做了详细的木材解剖构造的研究。他采用Johnson (1959) 的分类系统：

苏铁纲 (Cycadinae)

科1. 苏铁科 (Cycadaceae)

属1. *Cycas* L. (1737)

科2. 斯坦格尔科 (Stangeriaceae)

属2. *Stangeria* T. Moore (1958)

科3. 查米亚科 (Zamiaceae)

族a. Encephalarteae (Miq.) L. Johnson (1959)

属3. *Lepidozamia* Regel (1876)

属4. *Macrozamia* Miq. (1842)

属5. *Encephalartos* L. Johnson. (1959)

族b. Dioeae (Schuster) Lindl. (1843)

属6. *Dioon* Lindl. (1843)

族c. *Zamia* Reichenb. (1837)

属7. *Microcycas* (Miq.) A. D. C. (1868)

属8. *Ceratozamia* Brongn. (1846)

属9. *Zamia* L. (1753)

属10. *Bowenia* Hook (1863)

Cantrill (2000) 指出, 在上述化石木材的属中, 那些在髓中具有维管束的属, 如 *Bororoa*, *Fascisvarioxylon*, *Centricycas*, 以及 *Menucoa*, 同查米亚科的 *Encephalarteae* 族的三个属有密切的亲缘关系。而中国的 *Lioxylon* 属 (张武等, 2006) 在它的髓和皮层中均有丰富的维管束, 所以它似乎也应属于这个族的。

2.3.4 银杏类木化石的系统分类现状

银杏类植物自晚古生代起, 在各地质时代中都颇为发育, 约有20余属, 分布几遍全球。但现代生存者仅有一属一种——*Ginkgo biloba* L. 被视为活化石 (斯行健, 李星学等, 1963)。在晚古生代的不少属, 主要是根据叶部化石所定, 但它们是否确属银杏纲, 还缺乏充足的证据 (中国古生代植物编写组, 1974)。保存得非常好的银杏胚珠器官以及同叶子连生的银杏化石已被描述于我国河南义马的中侏罗世和辽宁义县的晚侏罗世或早白垩世 (周志炎、张伯乐, 1988, 1989; 周志炎、郑少林, 2003; 郑少林、周志炎, 2004)。银杏类的木材化石 (*Ginkgoxylon chinense*) 也已经被描述于我国辽西义县下白垩统的沙海组 (张武等, 2000)。他们在研究过程中, 用现在生长的银杏 (*Ginkgo biloba*) 小枝做成切片与化石薄片进行比较, 证明它们在髓、初生木质部及次生木质部方面的解剖构造特征是完全一致的。而我国二叠纪的银杏类木材 *Protoginkgoxylon benxiense* 及 *P. daqingshanense* (郑少林、张武, 2000) 的结构及解剖特征同白垩纪的 *Ginkgoxylon chinense* 以及现代 *Ginkgo biloba* 次生木质部的构造特征也可以进行较好的对比。从木材解剖构造的角度来看, 按它们在地层中出现的先后顺序, 确实存在着一个系统演化关系, 即从二叠纪的 *Protoginkgoxylon* 经过白垩纪的 *Ginkgoxylon* 到现代的 *Ginkgo*。

Greguss (1961) 将最初被 G. Zimmermann (1953) 定为 *Dadoxylon implexum* 的匈牙利二叠纪的标本修订为银杏类的 *Baieroxylon implexum* (G. Zimmermann) Greguss。这个属在古植物学文献中已得到广泛的使用。他在研究这个木材的过程中, 同现代的银杏 *Ginkgo biloba* 进行对比。但是, 在确定属名时, 却没有使用 *Ginkgo* 的词根, 而是采用了 *Baiera* 的名称。这是因为他根据 Heer (1877) 早年曾经在同一层位中发现过一个 *Baiera digitata* Heer 的叶部化石。所以他认为, *Baiera* 叶同这个木材在同一层位中出现, 它同银杏类的亲缘关系是可以被确定的。后来, Vozenin-Serra et al. (1991) 根据产于法国南部二叠纪的标本建立了一个新属 *Ginkgophytoxylon* Vozenin-Serra, Broutin and Toutin-Morin。典型种为 *G. permienne*。当时, 建立这个新属的理由是, 在法国, 没有见到 *Baiera* 属的叶部化石与这个银杏类木材共生。*Ginkgophytoxylon* 属已被一些作者承认, 如 Tidwell et al. (1995), 他们根据美国新墨西哥州中南部下二叠统的标本建立了该属的另一个新种, 即 *Ginkgophytoxylon lucasii* Tidwell et Munzing (1995)。但是, 他们对 *Baieroxylon* 同 *Ginkgophytoxylon* 之间的关系并没有加以讨论和比较。最近, Berthelin et al. (2004) 把产于阿拉伯半岛二叠纪可能属于银杏类的木材标本描述为 *Baieroxylon implexum* (Zimmermann) Greguss (1961)。他们同时提出, 法国二叠纪的 *Ginkgophytoxylon permienne* 和中国二叠纪的 *Protoginkgoxylon benxiense* 都应改归匈牙利二叠纪的 *Baieroxylon implexum*。对此, 我们有不同的看法 (郑少林、张武, 2000; 张武等, 2006)。匈牙利那个所谓的 *Baiera* 叶 (参见 Greguss, 1961, 图版61, 图12), 从现代古植物学鉴定的角度来看, 它似乎更像 *Sphenobolus*, 因为它没有明显的叶柄, 叶脉也较多。仅根据分离保存的叶和木材出现在同一层位, 毫无保留地肯定两者的亲缘关系, 显得依据不够充分。而且, 这个木材的解剖构造本身与现生的 *Ginkgo* 属也不完全相符 (参见张武等, 2006; 周崑、姜笑梅, 1994)。所以, 我们在研究中国的二叠纪和白垩纪的银杏类木材时, 采用 *Protoginkgoxylon* 和 *Ginkgoxylon* 的命名系统。因为叶部化石 *Baiera* 属的木材, 迄今我们还无法得知它们到底是个什么样子。而且, 在我国晚古生代沉积中尚无 *Baiera* 属的报道。

2.3.5 被子植物木材的系统分类现状

被子植物在现代植被中居绝对优势。但这个广阔类群在地质历程中出现是较晚的。关于被子植物起源的时间问题,已经有上百年的研究历史,迄今仍在争论之中。在有化石依据的文献中,多数学者认为起源于早白垩世的中晚期。但根据中国近年的研究(孙革等,1998,2002)证实,被子植物起源的时间已经提前到早白垩世的最早期或许可能提前到晚侏罗世的最晚期。但是,这些迄今还是最早的被子植物,如辽宁古果(*Archaeofructus liaoningensis*)等,可能是属于水生的草本植物,有关它们的茎部解剖构造迄今不明。

因白垩纪以来,所发现的被子植物木材基本上都属于双子叶被子植物。对它们的系统分类大多数学者采用现代被子植物的系统分类方案。但为了把化石木材与现生的木材相区别,研究者们都在现代属名的词干后面加上一个专门指示化石木材的拉丁词尾(-xylon)。不过,也有些作者直接采用现代属的属名,而不加其它的词尾(参见杨家驹等,1993;齐国凡等,2005)。

在中生代以前的沉积中,迄今尚没有公认的被子植物化石木材被发现。但是,自晚古生代以来,有少数化石木材在解剖构造特征中,偶尔也可以见到某些与缺乏导管的原始双子叶被子植物现代木材相似的特征。田宝林、李洪起(1992)在贵州水城晚二叠世发现一种特殊的木材 *Guizhouxylon dahebianense* Tian et Li。根据它的后生木质部包括有密螺纹管胞和密螺纹至梯纹加厚的管胞,管胞近端部具有椭圆形、梯纹至网纹加厚的穿孔板,以及次生木质部管胞自内向外,在管胞的径向壁上,梯纹孔逐渐变为不规则的、密集分布的具缘纹孔,推测它与低等被子植物 *Platanus acerifolia* Willd 相似。就这个木材的总体特征而言,它不同于已知各类裸子植物和被子植物,但同时又兼有裸子植物和被子植物的特征,所以他们认为它或许是一种介于裸子植物与被子植物之间的过渡类型,或许只是一种演化系统旁枝种类。另外还有一些中新生代的木化石,如 Kräusel (1955) 报道于瑞士晚三叠世的 *Paradoxoxylon* 以及 Bose and Sah (1952) 报道于印度中侏罗世的 *Sahnioxylon*, 它们的许多解剖构造,既具有裸子植物的特征,同时也显示有缺乏导管的原始被子植物的木材特征,尽管有许多作者将它们置于本内苏铁类,但迄今仍有一些研究者认为它们的归属问题还不能做最后定论(Yatsenko-Khmelevski and Shilkina, 1964; Philippe et al., 1999; 郑少林等, 2005)。Greguss (1964) 也曾报道一个产于匈牙利中新世同型木木材 *Tetracentronites hungaricum* Greguss, 它在横切面中强烈显示松柏类的特征,但同所谓同型木的 *Sahnioxylon*, *Bucklandia*, *Cycadeoidea*, 以及同型被子植物的木材也很相似。他强调指出,他的化石木材是起源于某些裸子植物或同型的被子植物,但它们的起源迄今还是一个问号。

在此,我们把这一类暂时还不能精确归类的化石木材提出来,为的是引起研究者的注意,说不定在它们之中的某一些木材,确实与同型木的被子植物起源有关。正如 Beck (1976) 指出的,不管被子植物是单元或是多元发生的,它们的祖先必定是裸子植物的,这一主要类群的演化是一个渐进的过程。因此,可以从“非被子植物”特征的事实中(例如:不完全包被的胚珠、无导管的木材等)得到启示。

2.4 中国木化石的系统分类

本文的木化石研究不包括古生代早期的陆生植物,我们研究的重点是石炭—二叠纪以来的、次生木质部发育成材的裸子植物木化石和被子植物木化石。其系统分类方案主要参照国际上著名古植物学者 Kräusel (1949, 1956), Prasad (1983), Pant and Singh (1987), Lepekhina (1972), Vogellehner (1965, 1968), Maheshwari (1972), Taylor (1981), 杨关秀(1994), 周 嵩, 姜笑梅(1994) 等人的分类方案。因木化石的属一级分类单位多属于形态属,所以它们被归入的科一级的分类单位只是表示可能的与现代该科有某种亲缘关系,但不一定确属该科。综合各家的分类观点,根据我国木化石标本研究状况,现将我国木化石试做分类如下:

裸子植物木化石 Gymnosperm fossil wood

苏铁植物门 Cycadophyta

苏铁纲 Cycadopsida

苏铁目 Cycadales

鞘状木属 *Koleoxylon* (Daugherty) Vogellehner 1965

中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov.

薛台子鞘状木 *Koleoxylon xuetaiziense* Zhang et Zheng sp. nov.

李氏木属 *Lioxylon* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng, 2006

辽宁李氏木 *Lioxylon liaoningense* Zhang et al., 2006

贼木属 *Phoroxylon* Sze 1951

茄子河贼木 *Phoroxylon qieziense* Zheng et Zhang, 1982

梯纹状贼木 *Phoroxylon scalaroforme* Sze, 1951

梯纹木属 *Scalaroxylon* Vogellehner 1967

扎赉特旗梯纹木 *Scalaroxylon jalaidqiense* Zhang et Zheng, 2006

多形梯纹木 *Scalaroxylon multiformum* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng, 2006

本内苏铁目 Bennettitales

雅观木属 *Perisemoxylon* He et Zhang, 1993

双螺旋雅观木 *Perisemoxylon bispirale* He et Zhang, 1993

雅观木属 (未定种) *Perisemoxylon* sp.

银杏纲 Ginkgopsida

银杏目 Ginkgoales

银杏木属 *Ginkgoxylon* Khudajberdyev 1962

中国银杏木 *Ginkgoxylon chinense* Zhang et Zheng, 2000

原始银杏木属 *Protoginkgoxylon* Khudajberdyev, 1971

本溪原始银杏木 *Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang, 2000

大青山原始银杏木 *Protoginkgoxylon daqingshanense* Zheng et Zhang, 2000

科达纲 Cordaitopsida

科达目 Cordaitales

科达科 Cordaitaceae

科达木属 *Cordaioxylon* Grand' Eury, 1877

猴头庙科达木 *Cordaioxylon houtoumiaense* (Zhang et Zheng) Wang, 2000

萨尼科达木 *Cordaioxylon sahnii* (Hsü et Bose) Wang, 2000

宾西法尼亚木属 *Pennsylvanioxylon* Vogellehner, 1965, Tian et Wang, 1987, emend.

田氏宾西法尼亚木 *Pennsylvanioxylon tianii* Tian et Wang, 1987

山西木属 *Shanxioxylon* Tian et Wang, 1987

中国山西木 *Shanxioxylon sinense* Tian et Wang, 1987

太原山西木 *Shanxioxylon taiyuanense* Tian et Wang, 1987

模髓属 *Artisia* Stermb

叠模髓 *Artisia approximate* (Brongniart) Corda

松杉纲 Coniferopsida

松杉目 Coniferales

南洋杉科 Araucariaceae

南洋杉型木属 *Araucarioxylon* Kraus, 1870

巴图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan, 2000

即墨南洋杉型木 *Araucarioxylon jimoense* Zhang et Wang, 1987

- 老石旦南洋杉型木 *Araucarioxylon laoshidanense* Wang, Hu et Cui, 2000
 李氏南洋杉型木 *Araucarioxylon leei* (Sze, 1953) Wang, 2000
 内蒙古南洋杉型木 *Araucarioxylon neimongense* Wang, 2000
 山东南洋杉型木 *Araucarioxylon shandongense* Prakash & Du, 1995
 西都南洋杉型木 *Araucarioxylon sidugawaense* Shimakura, 1936
 乌达南洋杉型木 *Araucarioxylon wudense* Wang, 2000
 新昌南洋杉型木 *Araucarioxylon xinchangense* Duan, 2002
 伊川南洋杉型木 *Araucarioxylon yichuanense* Yao, Liu et Zhang, 1994
 自贡南洋杉型木 *Araucarioxylon zigongensis* Duan, 1998

罗汉松目 Podocarpaceae

罗汉松科 Podocarpaceae

叶枝杉型木属 *Phyllocladoxylon* Gothan, 1905

- 密轮叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon densum* He, 1995
 象牙叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon eboracense* (Holden) Kraüsel, 1919
 象牙叶枝杉型木 (相似种) *Phyllocladoxylon cf. eboracense* (Holden) Kraüsel
 海拉尔叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon hailaerense* He, 1995
 新丘叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon xinqiuensis* Cui et Liu, 1992

原始叶枝杉型木属 *Protophyllocladoxylon* Kraüsel, 1939

- 朝阳原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng, 2000
 弗兰肯原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner, 2001
 海州原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon haizhouense* Ding, 2000
 河南原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon henanense* Yao, Liu et Zhang, 1994
 斯氏原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon szei* Wang, 1991

罗汉松属 *Podocarpus* L' Hér. Ex Persoon

- 竹柏 *Podocarpus nagi* (Thunb.) Zoll. et Mor. Ex Zoll.

罗汉松型木属 *Podocarpoxylon* Gothan, 1905

- 陆均松型罗汉松型木 *Podocarpoxylon dacrydioides* Cui, 1995

原始罗汉松型木属 *Protopodocarpoxylon* Eckhold, 1922

- 装饰原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon arnatum* Zheng et Zhang, 1982
 巴图营子原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon batuyingziense* Zheng et Zhang 2004
 金刚山原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon jingangshanense* Ding, 2000
 拉朗原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon lalongense* Vozenin-Serra et Pons, 1990
 东方原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon orientale* Serra, 1969

三尖杉目 Cephalotaxales

三尖杉科 Cephalotaxaceae

短木属 *Brachyoxylon* Hollick et Jeffrey, 1909

- 短木属未定种 *Brachyoxylon* sp.

红豆杉目 Taxales

红豆杉科 Taxaceae

紫杉型木属 *Taxoxylon* Unger, 1847

- 秀丽紫杉型木 *Taxoxylon pulchrum* He, 1995
 辽西紫杉型木 *Taxoxylon liaoxiense* Duan, 2000

白豆杉型木属 *Pseudotaxoxylon* Prakash et Du, 1995

中国白豆杉 *Pseudotaxoxylon chinense* Prakash et Du, 1995

松杉目 Pinales

松科 Pinaceae

冷杉亚科 Abietoideae

油杉属 *Keteleeria*

油杉属 *Keteleeria fortunei* (Murr.) Carr.,

油杉属 (未定种) *Keteleeria* sp.

黄杉型木属 *Pseudotsugaxylon* J J Yang 1994

平庄油杉型木 *Pseudotsugaxylon pingzhangensis* J J Yang, 1994

铁杉属 *Tsuga* Franchet

云南铁杉 (相似种) *Tsuga* cf. *dumosa* Eicher

铁油杉属 *Tsuga-keteleeria* Campo-Duplan et Gaussen

长苞铁杉 *Tsuga-keteleeria longibracteata* Cheng

云杉型木属 *Piceoxylon* Gothan, 1905

抚顺云杉型木 *Piceoxylon fushunense* Du, 1987

东北云杉型木 *Piceoxylon manchuricum* Sze, 1951

原始云杉型木 *Piceoxylon priscum* He, 1995

枣刺山云杉型木 *Piceoxylon zaocishanense* Ding, 2000

原始云杉型木属 *Protopiceoxylon* Gothan, 1907

黑龙江原始云杉型木 *Protopiceoxylon amurense* Du, 1982

朝阳原始云杉型木 *Protopiceoxylon chaoyangense* Duan, 2000

达科他原始云杉型木 *Protopiceoxylon dakotense* Sze, 1963

绝灭原始云杉型木 *Protopiceoxylon exstinctum* Gothan, 1906

漠河原始云杉型木 *Protopiceoxylon mohense* Ding, 2000

新疆原始云杉型木 *Protopiceoxylon xinjiangense* Wang et Zhang, 2000

矢部原始云杉型木 *Protopiceoxylon yabei* (Shimakura) Sze, 1935-1936

宜州原始云杉型木 *Protopiceoxylon yizhouense* Duan et Cui, 1995

落叶松亚科 Laricoideae

雪松型木属 *Cedroxylon* (Kraus, 1872) Gothan, 1905

金沙雪松型木 *Cedroxylon jinshaense* (Zheng et Zhang, 1982) He, 1995

伊藤雪松型木 *Cedroxylon yendoi* Stopes et Fujii, 1910

雪松型木(未定种) *Cedroxylon* sp.

原始雪松型木属 *Protocedroxylon* Gothan, 1910

灵武原始雪松型木 *Protocedroxylon lingwuense* He et Zhang, 1993

东方原始雪松型木 *Protocedroxylon orientale* He, 1995

松亚科 Pinoideae

松属 *Pinus* Linn.

华山松 *Pinus* cf. *armandii* Franchet

河南松 *Pinus henanensis* J. J. Yang, 1996

松型木属 *Pinuxylon* Kräusel, 1870

松型木属(未定种) *Pinuxylon* sp.

金松科 Sciadopityaceae

金松型木属 *Sciadopityoxylon* (Schmalhausen, 1877) Jurasky 1928

黑州金松型木 *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng, 2000

辽宁金松型木 *Sciadopityoxylon liaoningense* Ding, 2000

原始金松型木属 *Protosciadopityoxylon* Zhang, Zheng et Ding, 1999

热河原始金松型木 *Protosciadopityoxylon jeholense* (Ogura) Zhang et Zheng, 2000

辽宁原始金松型木 *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng et Ding, 1999

辽西原始金松型木 *Protosciadopityoxylon liaoxiense* Zhang et Zheng, 2000

杉科 Taxodiaceae

水松属 *Glyptostrobus* Endl.

水松 *Glyptostrobus pensilis* (Staunt.) Koch.

水松型木属 *Glyptostroboxylon* Conwentz, 1884

西大坡水松型木 *Glyptostroboxylon xidapoense* Zheng et Zhang, 1982

原始水松型木属 *Protoglyptostroboxylon* He, 1995

巨大原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon giganteum* He, 1995

伊敏原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon yiminense* He, 1995

水杉属 *Metasequoia* Miki ex Hu et Cheng

水杉 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng, 1984

杉木属 *Cunninghamia* R. Br.

杉木 *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. 1990

红杉型木属 *Sequoioxylon* Torrey, 1923

红杉型木 *Sequoioxylon sequoionum* (Schimal.)

台湾杉型木属 *Taiwanioxylon* Chudajb, 1964

秃杉型木 *Taiwanioxylon kraushennikovii* Chudajb, 1964

落羽杉型木属 *Taxodioxylen* (Hartig) Gothan, 1905

中国落羽杉型木 *Taxodioxylen chinense* Du, 1988

柳杉型落羽杉型木 *Taxodioxylen cryptomerioides* Schonfeld 1997

红杉式落羽杉型木 *Taxodioxylen sequoianum* Li et al., 1999

杉木式落羽杉型木 *Taxodioxylen cunninghamioides* Watari, 1966

斯氏落羽杉型木 *Taxodioxylen szei* Yang et Zheng, 2003

落羽杉型木 (未定种) *Taxodioxylen* sp.

原始落羽杉型木属 *Prototaxodioxylen* Hartig 1848 emend. Gothan 1906

罗曼原始落羽杉型木 *Prototaxodioxylen romanense* Philippe, 1994

伏脂杉型木属 *Walchiopremnon* Florin, 1940

高氏伏脂杉型木 *Walchiopremnon gaoi* Tian, Hu et Zhao, 1993

柏科 Cupressaceae

柏木属 *Cupressus* Linn.

武汉柏木 *Cupressus wuhanensis* Yang, 1996

湖北柏木 *Cupressus hubeiensis* Yang, 1996

柏型木属 *Cupressinoxylon* (Goeppert) Gothan, 1905

宝密桥柏型木 *Cupressinoxylon baomiqiaoense* Zheng et Zhang, 1982

辅仁柏型木 *Cupressinoxylon fujeni* Mathews et Ho, 1945

含山柏型木 *Cupressinoxylon hanshanense* Zhang et Cao, 1986

嘉荫柏型木 *Cupressinoxylon jiayinense* Wang, Wang et Chen

原始柏型木属 *Protocupressinoxylon* Eckhold, 1922

密山原始柏型木 *Protocupressinoxylon mishanense* Zheng et Zhang, 1982

原始柏型木 (未定种) *Protocupressinoxylon* sp.

扁柏型木属 *Chamaecyparioxylon* (Chudajb.) Du, 1987

中华扁柏型木 *Chamaecyparioxylon chinense* Du, 1987

桧柏型木属 *Juniperoxylon* Houlbert, 1910

中华桧柏型木 *Juniperoxylon chinense* Du, 1987

桧柏型木 (未定种) *Juniperoxylon* sp.

圆柏属 *Sabina* Mill

武汉圆柏 *Sabina wuhanensis* Yang, 1996

分类位置不明的松柏类 **Coniferales incertae sedes**

查普曼木属 *Chapmanoxylon* Pant et Singh, 1987

太原查普曼木 *Chapmanoxylon?* *taiyuanense* (Li, 1986) Wang, 2000

特尔哈德查普曼木 *Chapmanoxylon?* *teihardii* (Sze, 1933) Wang, 2000

西乌旗查普曼木 *Chapmanoxylon xiuqiense* (Zhang et Zheng, 1984) Zhang et al. comb. nov.

达姆德木属 *Damudoxylon* Maheshwari, 1966

周氏达姆德 *Damudoxylon zhoui* Zhang et Zheng sp. nov.

简单髓木属 *Haplomyeloxylon* Vogellehner, 1965

髻髻山简单髓木 *Haplomyeloxylon tiaojishangense* Wang et Zhang sp. nov.

拉萨木属 *Lhassoxylon* Vozenin-Serra et Pons, 1990

亚普第拉萨木 *Lhassoxylon aptianum* Vozenin-Serra et Pons, 1990

辽宁木属 *Liaoningoxylon* Zhang et Zheng gen. nov.

朝阳辽宁木 *Liaoningoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

板状螺纹木属 *Platyspiroxylon* Greguss, 1961

中国板状螺纹木 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov.

异形薄壁板状螺纹木 (相似种) *Platyspiroxylon* cf. *heteroparenchymatosum* Greguss, (Wang, 1985)

硬壁螺纹木属 *Sclerospiroxylon* Prasad, 1982

内蒙古硬壁螺纹木 *Sclerospiroxylon neimongolense* Zhang et al., 2006

苏格兰木属 *Scotoxylon* Vogellehner, 1968

延庆苏格兰木 *Scotoxylon yanqingense* Zhang et Zheng, 2000

中国古螺纹木属 *Sinopalaeospiroxylon* Zhang et al. 2006

宝力格庙中国古螺纹木 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al. 2006

南票中国古螺纹木 *Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense* Zhang et al. sp. nov.

平泉中国古螺纹木 *Sinopalaeospiroxylon pingquanense* Zhang et al. sp. nov.

斯氏木属 *Szeioxylon* Wang, Jiang et Qin, 1994

短射线斯氏木 *Szeioxylon exiguradiense* Zhang et Zheng sp. nov.

徐州斯氏木 *Szeioxylon xuzhouense* Wang, Jiang et Qin, 1994

田氏木属 *Tianoxylon* Zhang et Zheng gen. nov.

段木头沟田氏木 *Tianoxylon duanmutougouense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

查列斯基木属 *Zalesskioxylon* Lepekhina et Yatsenko-Khmelevsky, 1966

贾氏查列斯基木 *Zalesskioxylon chiaii* (Sze, 1962) Zhang et Zheng comb nov.

宁武查列斯基木 *Zalesskioxylon ningwuense* (Chang, Zhang et Zhao, 1993) Wang, 2000

罗得查列斯基木 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goeppert) Wang, 2000

义马查列斯基木 *Zalesskioxylon yimaense* (Yao, Liu et Zhang) Wang, 2000

哲斯查列斯基木 *Zalesskioxylon zhesiense* Zhang et Zheng sp. nov.

异木属 *Xenoxylon* Gothan, 1995

康启力异木 *Xenoxylon conchylianum* Fliche, 1995

椭圆异木 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 1960

河北异木 *Xenoxylon hopeiense* Chang, 1929

阜新异木 *Xenoxylon fuxinense* Ding, 2000

霍林河异木 *Xenoxylon huolinhense* Ding, 2000

辽宁异木 *Xenoxylon liaoningense* Duan, Wang et al., 1995

宽孔异木 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 1905

裴德异木 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang, 1982

义县异木 *Xenoxylon yixianense* Zhang et Shang, 1996

异木属 (未定种) *Xenoxylon* sp.

分类位置不明的裸子植物: *Gymnosperms Incertae sedes*

贵州木属 *Guizhouoxylon* Tian et Li, 1992

大河边贵州木 *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li, 1992

华美木属 *Decoroxylon* Zhang et Zheng gen. nov.

朝阳华美木 *Decoroxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

萨尼木属 *Sahnioxylon* Bose et Sah, 1954

拉杰马哈尔萨尼木 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah, 1954

萨尼木 (未定种) *Sahnioxylon* sp.

被子植物木化石 *Angiosperm fossil woods*

樟科 Lauraceae

樟型木属 *Laurinoxylon* Felix, 1988

武汉樟型木 *Laurinoxylon wuhanensis* Yang, 1993

榆科 Ulmaceae

糙叶木属 *Aphananthe*

武汉糙叶木 *Aphananthe wuhanensis* Yang, 1997

榉属 *Zelkova* Spach.

武汉榉木 *Zelkova wuhanensis* Yang, 1997

胡桃科 Juglandaceae

枫杨属 *Pterocarya*

枫杨 *Pterocarya stenopteta*

山茶科 Theaceae

山茶属 *Camellia* L.

龟山茶树 *Camellia kueishanensis* Li et al.

杜英科 Elaeocarpaceae

杜英属 *Elaeocarpus* L.

武汉杜英 *Elaeocarpus wuhanensis* Yang, 1997

杜英型木属 *Elaeocaroxylon* Parakash et Dayal, 1964

江苏杜英型木 *Elaeocaroxylon jiangsuense* Prakash et al. 1995

豆科 Leguminosae

顶果木属 *Acrocarpus*

顶果木 *Acrocarpus fraxinifolius* Arm ex Wight

- 紫荆属 *Cercis*
黑紫荆 *Cercis blackii* Chaney et Daugherty, 1933
- 红豆属 *Ormosia* Jackson,
海南红豆 *Ormosia pinnta* Merr.
- 刺槐型木属 *Robinioxylon* Falqui, 1907
兹科刺槐型木 *Robinioxylon zirkelii* (Platen) Matten, Grastaldo et Lee, 1977
- 槐属 *Sophora* L.
槐树 *Sophora japonica* L.
- 大戟科 Euphorbiaceae
秋枫属 *Bischofia* Bl.
爪哇秋枫 *Bischofia javanica* Bl. 2004
重阳木 *Bischofia polycarpa* Airy-Shaw 2005
- 土密树属 *Bridelia*
武汉土密树 *Bridelia wuhanense* Yang, 2005
- 油柑属 *Phyllanthus*
武汉油柑 *Phyllanthus wuhanensis* Yang 1998
- 楝科 Meliaceae
洋椿型木属 *Cedreloxylon* Selmeier, 1987
含晶洋香型木椿 *Cedreloxylon cristallifeum* Selmeier. 1987
- 芸香科 Rutaceae
吴茱萸属 *Euodia*
吴茱萸 *Euodia rutaecarpa* Benth
- 杜鹃花科 Ericaceae
杜鹃花型木属 *Ericaceoxylon*
龙陵杜鹃型木 *Ericaceoxylon longlingense* Yi, 2002
常绿杜鹃型木 *Ericaceoxylon hymenanthoides* Yi, 2002
常绿杜鹃型木 (相似种) *Ericaceoxylon* cf. *hymenanthoides* Yi, 2002
杜鹃型木 (未定种) *Ericaceoxylon* sp.
- 越橘型木属 *Vacciniaceoxylon*
越橘型木 *Vacciniaceoxylon vacciniumoides* Yi, 2002
- 马鞭草科 Verbenaceae
石梓属 *Gmelina*
武汉石梓 *Gmelina wuhanensis* Yang, 1993
湖北石梓 *Gmelina hubeiensis* Yang
- 木犀科 Oleaceae
白蜡树型木属 *Fraxinoxylon* Hofmann, 1929
水曲柳型木 *Fraxinoxylon mandshuricum* Prakash et Du, 1995
- 紫葳科 Bignoniaceae
梓树属 *Catalpa*
武汉楸木 *Catalpa wuhanensis* Yang, 1993
猫尾木属 *Dolichandrone*
武汉猫尾木 *Dolichandrone wuhanensis* Yang, 1997

第三章 石炭—二叠纪木化石

(张武、郑少林、李勇、李楠)

3.1 石炭—二叠纪木化石的地质、地理分布

3.1.1 地质分布状况

晚古生代木化石的分布状况,在我国晚石炭世以前的地层中,基本上未见有裸子植物木化石报道。晚石炭世仅在内蒙古宝力格庙组中发现一种类型的木化石,大部分木化石主要集中产于二叠纪太原组、山西组、上石盒子组、下石盒子组和石千峰组。

中国石炭—二叠纪木化石的地质、地理分布状况如表1.3.1所示,分布点26个,其中石炭纪1个,二叠纪25个,分布于内蒙古、辽宁、山东、山西、河南等8个省、自治区,以中国北方为主,南方较少。

3.1.2 石炭—二叠纪木化石地理分布:

石炭—二叠纪木化石的地理分布状况如插图1.3所示,详细说明如下:

- 1) 内蒙古自治区东北部的东乌珠穆沁旗宝力格庙乡上石炭统的宝力格庙组(45°16' N, 116°24' E), 产 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al.
- 2) 辽宁省本溪市田师傅镇北太平村南山, 中二叠世早期山西组, 产 *Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang.
- 3) 辽宁省朝阳市薛台子煤矿, 早二叠世早期太原组, 产 *Damudoxylon zhoui* sp. nov., *Koleoxylon chinense* Zhang & Zheng sp. nov., *Koleoxylon xuetaiziensis* gen. et sp. nov., *Szeioxylon exiguradiense* Zhang et Zheng sp. nov., *Decoroxylon chaoyanense* gen. et sp. nov.
- 4) 辽宁省南票三家子煤矿, 早二叠世早期太原组, 产 *Sinopalaeospiroxylon nantiaoense* Zhang et Zheng sp. nov.
- 5) 内蒙古自治区西乌珠穆沁旗猴头庙西北3公里(44°31' N, 117°39' E), 中二叠世中期哲斯组, 产 *Cordiaoxylon houtoumiaoense* (Zhang et Zheng) Wang, *Chapmanoxylon xiuqiense* (Zhang et Zheng) Wang, *Sclerospiroxylon neimongolense* Zhang et al., *Zalesskioxylon zhesiense* Zhang et al.
- 6) 内蒙古自治区巴林左旗艾来绍荣, 中二叠世中期哲斯组, 产 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov.
- 7) 内蒙古自治区大青山石拐子村, 中二叠世拴马庄群(? = 山西组), 产 *Protoginkgoxylon daqingshanense* Zheng et Zhang.
- 8) 内蒙古自治区阿拉善左旗乌达, 晚二叠世上石盒子组, 产 *Araucarioxylon wudense* Wang, *A. neimongense* Wang, ?A. sp.
- 9) 内蒙古自治区清水河地区, 晚二叠世晚期石千峰组, 产 *Zalesskioxylon chiaii* (Sze) Zhang et Zheng comb. nov.
- 10) 内蒙古自治区阿拉善左旗乌达煤矿老石旦矿附近, 早二叠世早期太原组上部, 产 *Araucarioxylon laoshidanense* Wang, Hu et Cui.
- 11) 山东省莱芜市, 二叠纪, 产 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goepp.) Wang.
- 12) 山西省柳林县君都村, 晚二叠世晚期石千峰组, 产 *Platyspiroxylon* cf. *heteroparenchymatosum*

Greguss

13) 山西省太原市西山煤矿, 早二叠世早期太原组, 产 *Shanxioxylon sinense* Tian et Wang, *S. taiyuanense* Tian et Wang, *Pennsylvanioxylon tianii* Tian et Wang, *Chapmanoxylon?* *taiyuanense* (Li) Wang

14) 山西省宁武县杜家窑煤矿西山, 早二叠世早期太原组, 产 *Zaleskioxylon ningwuense* (Chang, Zhang et Zhao) Wang.

15) 山西省太原市和阳泉市, 二叠纪, 产 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goepp.) Wang.

16) 河北省井陉市, 二叠纪, 产 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goepp.) Wang.

17) 河北省平泉县松树台山弯子, 中二叠世早期山西组, 产 *Sinopalaeospiroxylon pingquanense* Zhang et Zheng sp. nov.

18) 河南省义马任村, 晚二叠世晚期石千峰组, 产 *Araucarioxylon yimaense* Yao, Liu et Zhang.

19) 河南省伊川县小沟沟硃土矿, 早二叠世早期太原组, 产 *Araucarioxylon yichuanense* Yao, Liu et Zhang.

20) 河南省平顶山高庄煤矿, 中二叠世早期山西组, 产 *Protophyllocladoxylon henanense* Yao, Liu et Zhang.

21) 江苏省徐州煤田, 早二叠世早期太原组, 产 *Szeioxylon xuzhouense* Wang, Jiang et Qin.

22) 陕西耀县七宝村, 晚二叠世晚期石千峰组, 产 *Araucarioxylon leei* (Sze) Wang.

23) 内蒙古自治区阿拉善左旗葫芦斯台, 二叠纪, 产 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goepp.) Wang.

24) 贵州省水城市大河边煤矿, 晚二叠世早期龙潭组, 产 *Guizhouxylon dahebianense* Tian et Li.

25) 贵州省纳雍县, 晚二叠世早期龙潭组下部, 产 *Walchiopremnon gaoi* Tian, Hu et Zhao.

26) 新疆乌鲁木齐, 晚二叠世上石盒子组, *Chapmanoxylon?* *teihardii* (Sze) Wang.

3.2 石炭—二叠纪木化石系统描述

3.2.1 苏铁植物门 Cycadophyta

苏铁植物纲 Cycadopsida

鞘状木属 *Koleoxylon* Vogellehner 1965

模式种: *Koleoxylon chaneyi* (Daugherty, 1941) Vogellehner, 1965, p.56

属征: 髓、初生木质部和次生木质部均被保存。髓, 无横隔, 异质, 在薄壁细胞的基本组织中有许多硬壁组织细胞、粘液道和维管束, 在髓的维管束内外带具有一个由转输细胞组成的转输组织鞘; 初生木质部内始式, 次生木质部为南洋杉型。

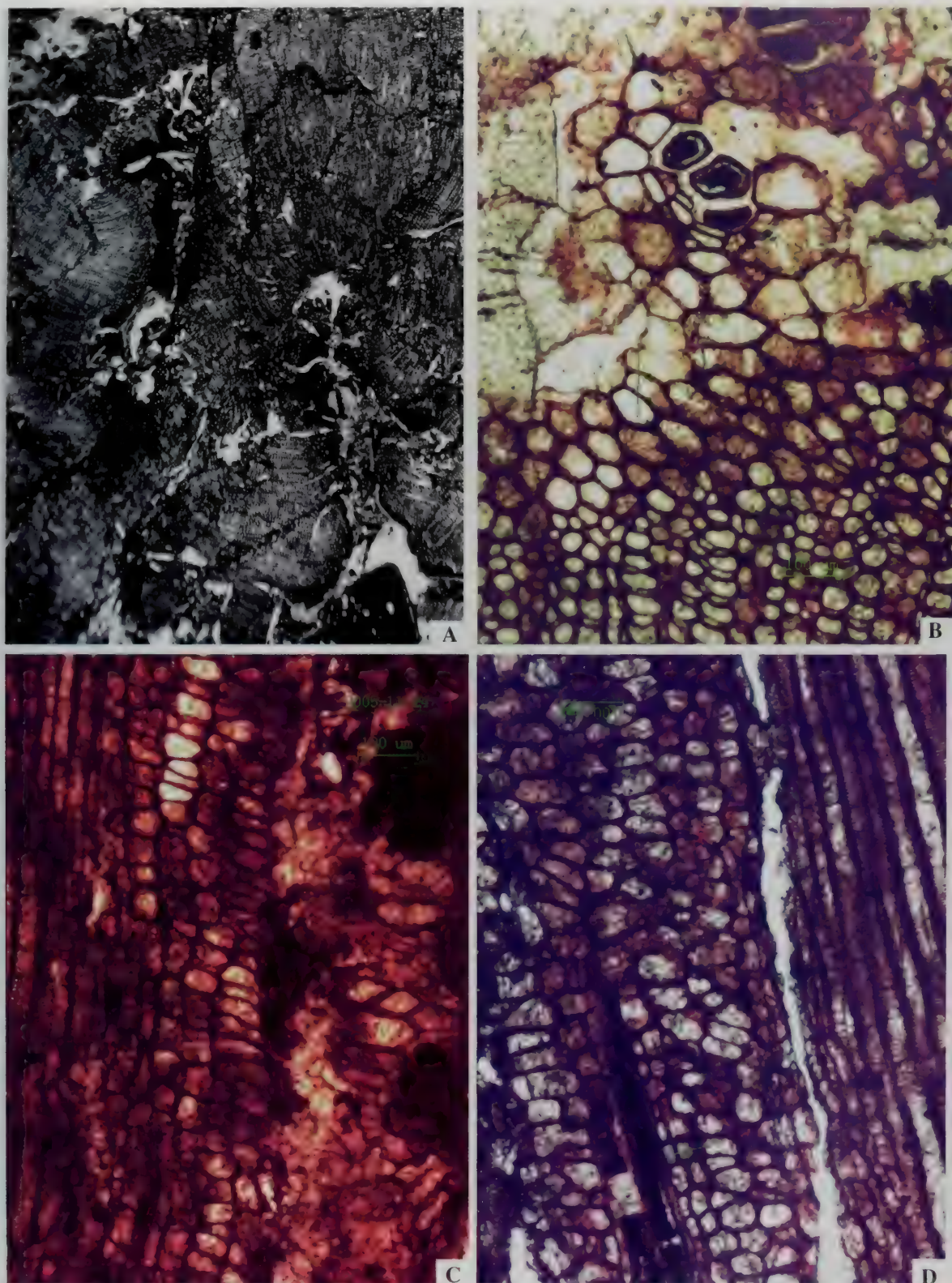
讨论与对比: Vogellehner (1965) 在将产自北美亚利桑那州三叠纪地层中的 *Dadoxylon chaneyi* Daugherty 修订为一新属 *Koleoxylon* 时, 主要强调的特征是在该属的髓中存在有分泌道、硬壁细胞管。在髓的边缘带中, 有具纹孔的和带网纹的转输细胞和由转输细胞组成的转输组织鞘 (transfusion tissue sheath)。与此同时, 他还将产自印度二叠系的具有类似构造的 *Dadoxylon indicum* Holden (1917) 也归入此属, 即为 *Koleoxylon indicum* (Holden, 1917) Vogellehner 1965。应当指出的是, 后来 Lepekhina (1972, p.67) 将 *Dadoxylon indicum* Holden (1917) 归入 *Mesopitys*, 而 Maheshwari (1972, p.11) 和 Pant & Singh (1987, p.4) 主张将其归入 *Damadoxylon* 属内。由此可见, 该属的归属问题是有分歧的。我们认为 Vogellehner 的分类方案是比较合理的, 尤其是在它的髓中有维管束及在髓的边缘带中有由转输细胞组成的转输组织鞘, 表明它与苏铁类植物有较密切的亲缘关系。据此, 我们将该属归入苏铁类。

时代与分布: 早二叠世—晚三叠世; 美国亚利桑那州, 中国辽宁。

中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-1~3-4)

全型: Xt-21, 薄片编号: Xt-21a-e

标准产地: 辽宁省朝阳市薛台子煤矿

图版3-1 中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov.

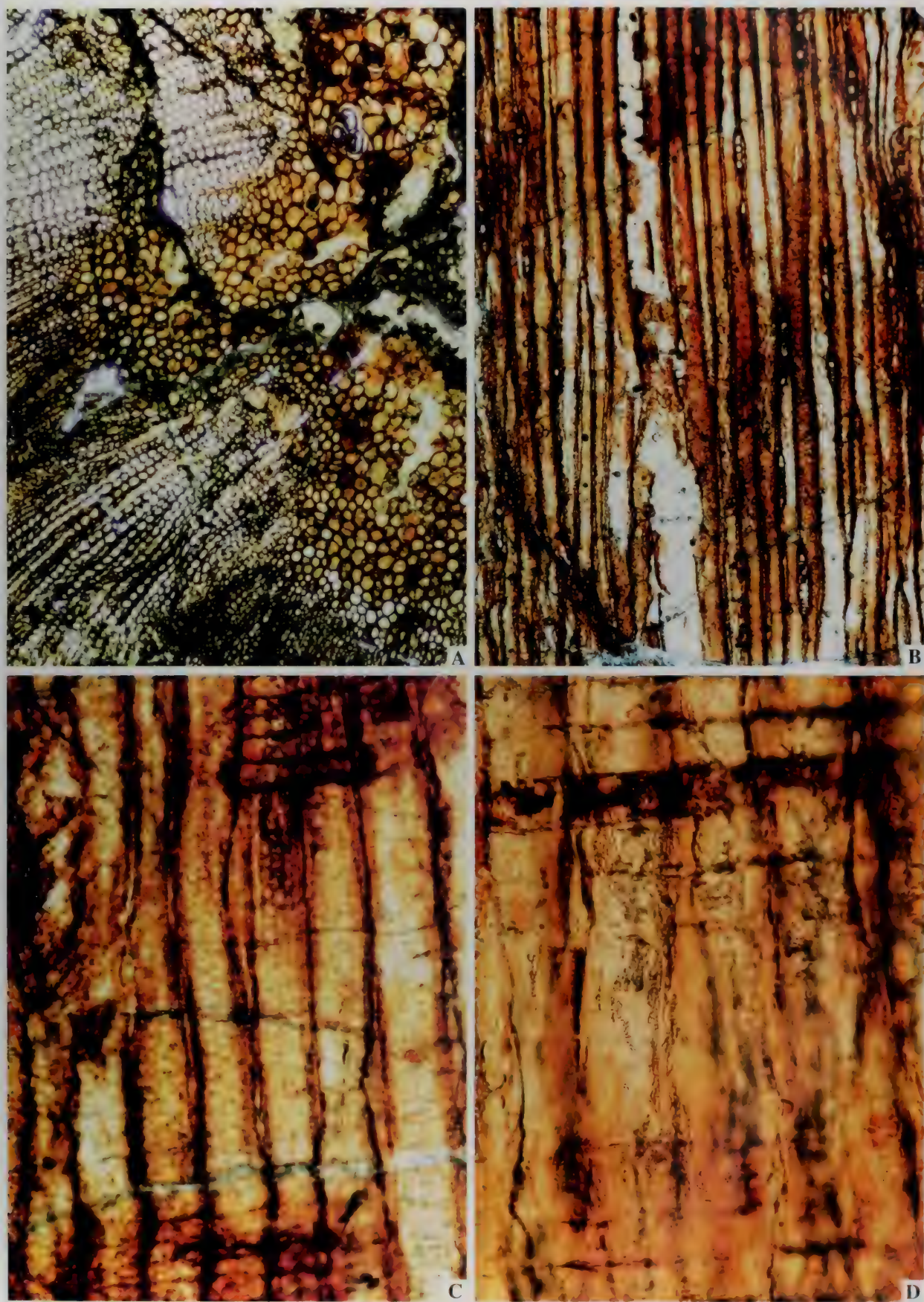
A. 横切面，示主干的髓（右下）和分枝的髓（左上）， $\times 6.8$ ；B. 横切面，示髓的边缘带和初生木质部中具孔的运输细胞（图下半部），图上半部为硬壁细胞群，硬壁细胞中的黑色物质；C-D. 径切面，示运输细胞鞘和纵向硬壁细胞管（具黑色充填物，箭头）；标本编号：Xl-21（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

图版3-2 中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov

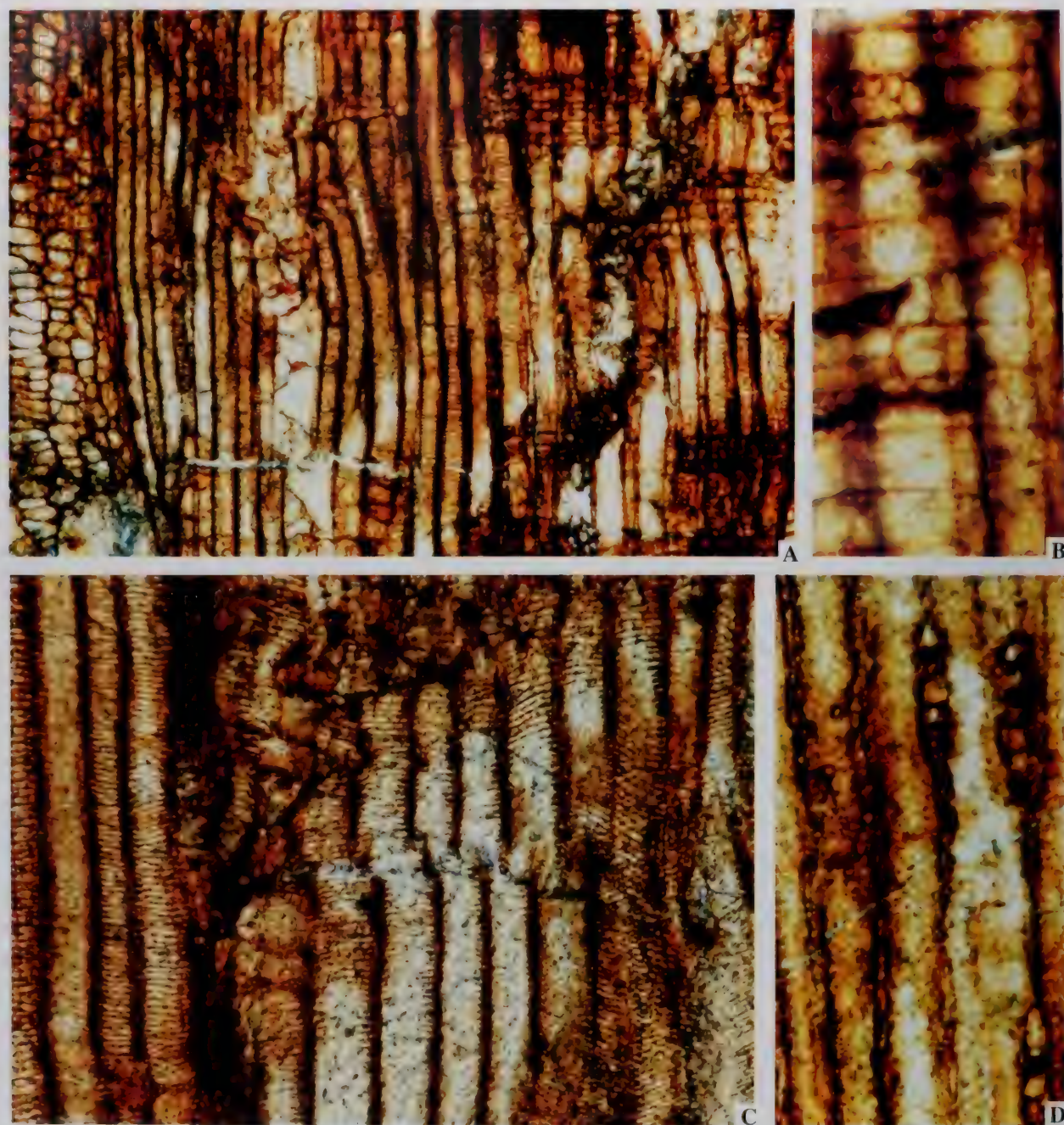


A. 横切面，示髓中薄壁细胞和单个分泌道；B. 横切面，示髓中横向的、具横隔的硬壁细胞管（箭头）；
C-D. 径切面，示髓中纵向和斜向硬壁细胞管（箭头）；E. 径切面，示径向壁具缘纹孔和交叉场纹孔；
标本编号：X1-21。（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

图版3-3 中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov.



图版3-4 中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov.



3-3 中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et al. sp. nov.

A. 横切面，示髓边缘薄壁组织带中的厚壁细胞和分泌细胞及内始式初生木质部与次生木质部管胞的形态、轮廓 $\times 33$ ；B. 弦切面，低矮的单列射线， $\times 67$ ；C-D. 径切面，示径向壁纹孔和交叉场纹孔，C $\times 166$ ，D $\times 333$ （标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

3-4 中国鞘状木 *Koleoxylon chinense* Zhang et al. sp. nov.

A-D. 径切面。A. 示髓的边缘细胞和初生木质部管胞具梯纹加厚， $\times 70$ ；B. 示交叉场纹孔， $\times 350$ ；C. 示初生木质部管胞具梯纹和双向螺旋加厚， $\times 175$ ；D. 示管胞弦向壁具孔及射线细胞轮廓， $\times 175$ （标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

层位：下二叠统，太原组。

词源：种名是据标本的产地中国（China）。

特征：茎具髓、初生木质部和次生木质部。髓异质，扁椭圆形，髓中散生有横向和纵向的、斜向的、稀疏的硬壁细胞组成的管，在髓的边缘有一个由薄壁细胞、硬壁细胞、分泌道、具纹孔的和网纹的厚壁的转输细胞组成的“转输组织鞘”，少数薄壁细胞和转输细胞穿插于初生木质部管胞之中；初生木质部内始式，管胞径向壁具有梯纹或螺纹加厚；次生木质部管胞具缘纹孔1~3列，圆形—椭圆形或多角形；交叉场纹孔大，1~2个，多呈横向或斜向的椭圆形。

描述：茎为圆柱状，直径7~8 cm；茎的髓、初生木质部和次生木质部均保存良好。

髓异质，髓的横切面为强烈拉长的扁椭圆形，长轴方向直径为4.5 cm，短轴方向直径仅为2~7 mm，髓中散生有横向和纵向的或斜向的、稀疏的硬壁细胞组成的管状分子，它们之中多数被黑色物质充填，一般长度2~4 mm，有时可长达7 mm，宽20~100 μm ，有的个别细胞可以看出具横隔，或由数个强烈伸长的细胞组成（如图版3-2, B），单个细胞长50~250 μm ，宽20~50 μm ，髓中薄壁细胞多数未保存，局部可见为圆形、椭圆形或不规则多角形，一般大小为50×120 μm ~120×130 μm ；在髓的边缘有一个由薄壁细胞、硬壁细胞、分泌道和由具孔的和网纹的厚壁的转输细胞组成的转输组织鞘，少数薄壁细胞和转输细胞穿插于初生木质部管胞之中；这个边缘细胞带的宽度为200~400 μm ，约3~18个左右细胞宽，这个带中的薄壁细胞的形态为圆形、椭圆形—不规则的多角形，一般大小为80×50 μm ~140×150 μm ，硬壁细胞散布在薄壁细胞带中，有的单个，有的2~7个聚集形成硬壁细胞巢（如图3-1, 图B），单个的硬壁细胞为圆形、椭圆形或不规则多角形，壁厚5~20 μm ，在厚壁的中央充填深色物质，群集细胞的形态轮廓与单个的相同，只是在它们的周围不规则地被1~3层扁平的薄壁细胞所围绕，形成硬壁细胞巢；在髓的边缘薄壁细胞带中，偶见分泌道（如图3-2, 图A），为圆形，直径80~90 μm ；转输细胞是厚壁的、等径的或不规则伸长的、大小不等的多角形厚壁细胞，它们的各方向的壁均具孔或网状纹饰，或梯状纹饰，大小为10×10 μm ~43×45 μm ，15×28 μm ~50×30 μm （如图3-1, 图B-D）；初生木质部内始式，管胞的横切面为圆形—椭圆形或不规则多角形，大小约6×10~12×13 μm ；径向壁具有梯纹或偶尔具螺纹加厚（如图3-1, 图D右侧）。次生木质部未见生长轮，管胞的横切面为圆形、椭圆形、长方形，一般大小为40×40 μm ~70×70 μm ~50×70 μm ，管胞径向壁具缘纹孔圆形、椭圆形—多角形，1~3列，多数为1~2列；单列时圆形、分离或互相接触；多列时为近圆形或紧挤的多角形，纹孔大小为15 μm 左右，纹孔口斜或平，为伸长的窄椭圆形；交叉场纹孔大，1~2个，斜卵形。木射线多数为1~2列，个别为3列，射线细胞大小不等（一般大小为15×17 μm ~25×35 μm ）、形态多变，有圆形、椭圆形、长方形、多角形、三角形等，多数高5~20个细胞，个别高可达35个细胞，单列时经常多次局部出现双列。

讨论与比较：本属的重要特征是，在髓的边缘带中具有由转输细胞组成的转输组织鞘和分泌道。新种在这些特征方面与模式种是一致的，区别在于新种的初生木质部中未发现木薄壁细胞，髓中硬壁细胞的隔较少。它与印度种 *K. indicum* 比较，后者的初生木质部中也有木薄壁细胞，所以与新种不同。

薛台子鞘状木 *Koleoxylon xuetaiziensis* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-5~3-7)

全型：Xt-36，薄片编号：Xt-36a-e。

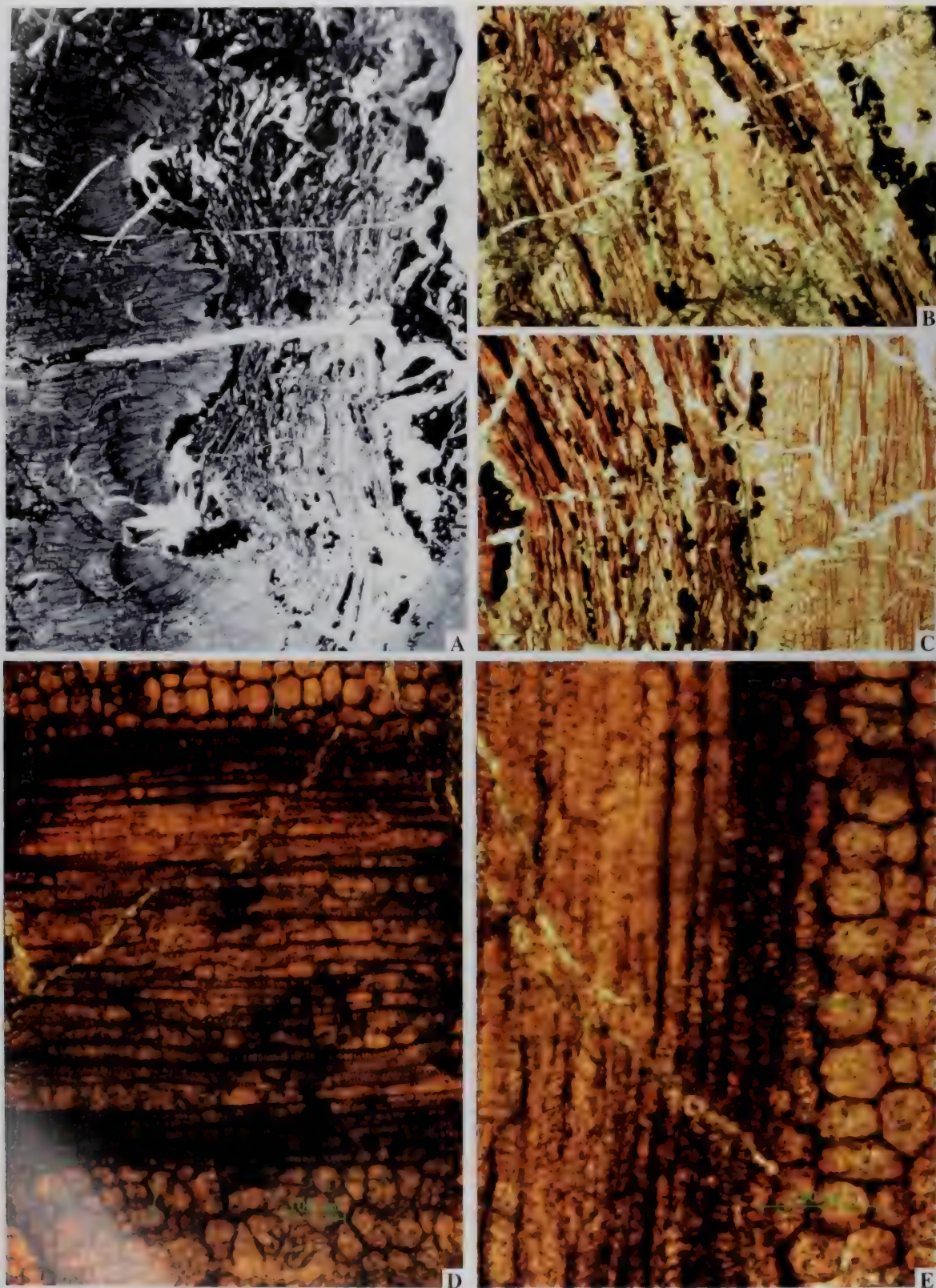
标准产地：辽宁省朝阳市薛台子煤矿（N41° E120°）。

层位：下二叠统，太原组。

词源：种名源自木化石产地薛台子的汉语拼音 Xuetaizi。

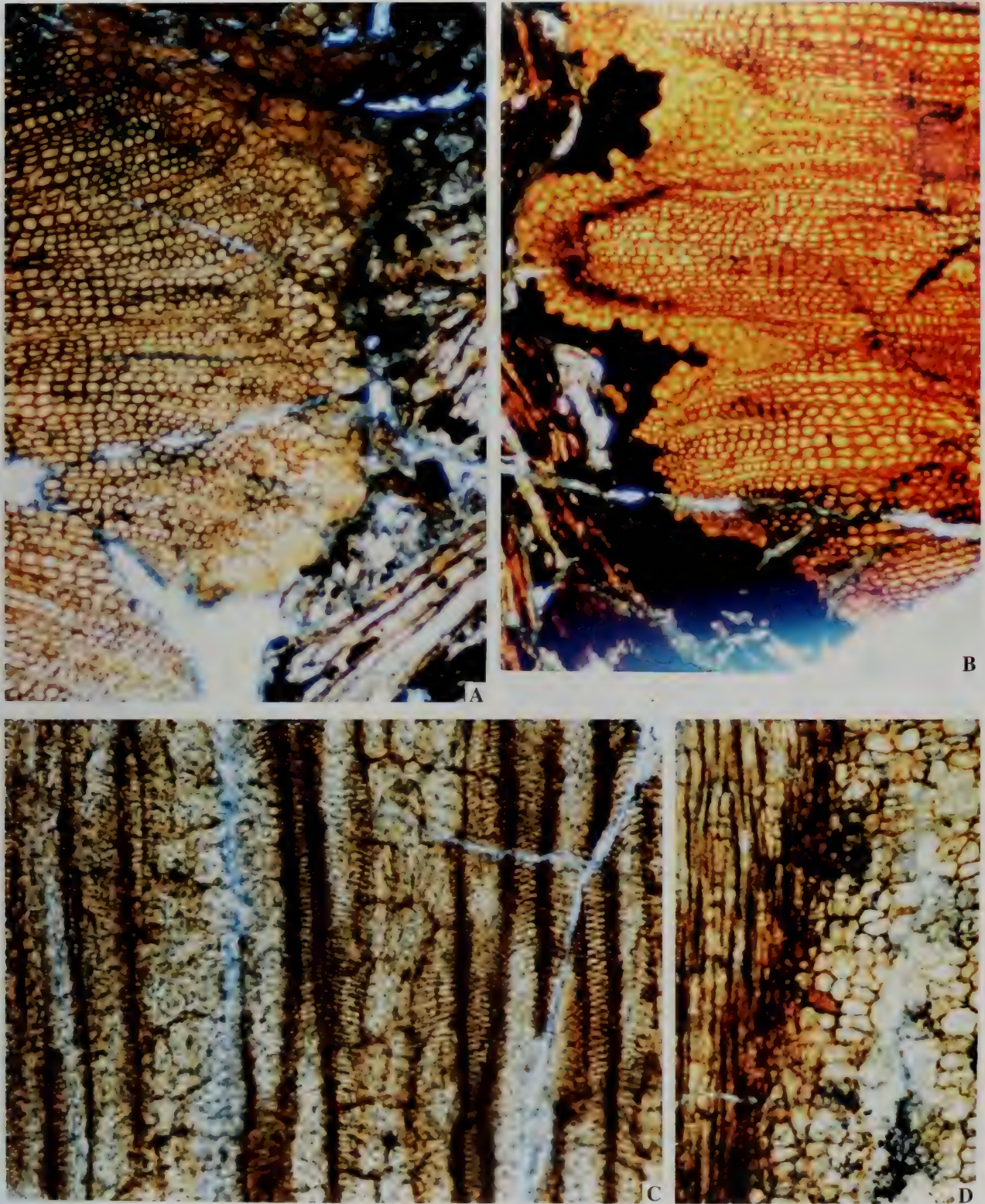
特征：木材圆筒的髓、初生木质部、次生木质部和皮层均被保存。髓，椭圆形，异质；髓的边缘具一薄壁细胞带；在薄壁细胞带的边缘和初生木质部管胞的两侧，有许多具纹孔的或网状纹饰的转输细胞，形成一个转输组织鞘；在髓的部分薄壁细胞中分布有少量硬壁细胞，髓的其余部分全被纤维状物质所充填，髓不具横隔；初生木质部内始式，管胞的径向壁具有梯纹和螺纹加厚；次生木质部管胞的径向壁具缘纹孔1~3列，圆形—多角形；交叉场纹孔大，1~2个，斜卵形。

图版3-5 薛台子鞘状木 *Koleoxylon xuetaiziense* Zhang et Zheng nov. sp.



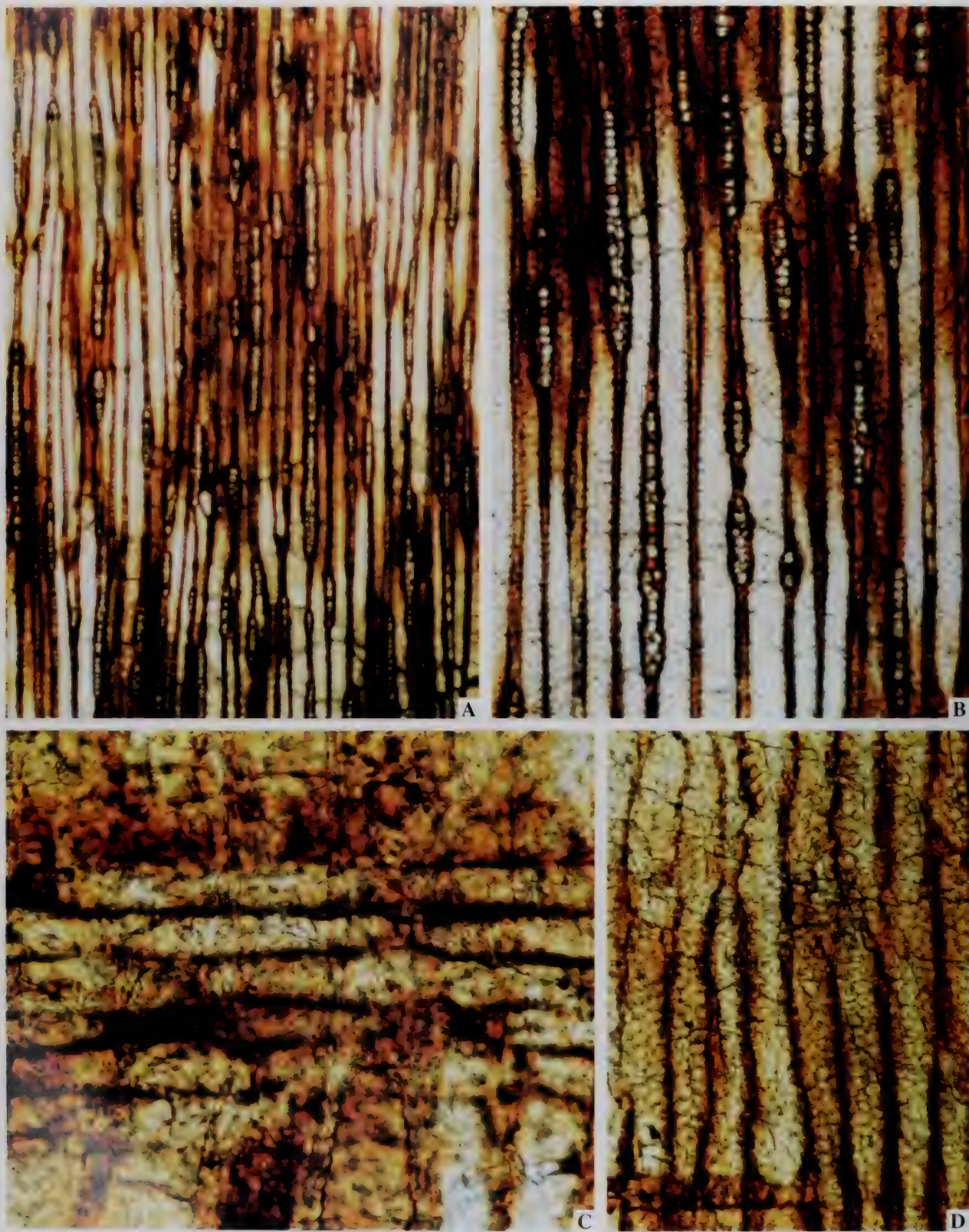
A. 横切面，示髓中分布的硬壁细胞管；B. 横切面，为图A的局部放大，示纤维状硬壁细胞管；C. 径切面，示径向排列的硬壁细胞管；D-E. 径切面，示髓的边缘带和初生木质部中的运输细胞鞘（箭头所指）；标本编号：XI 161（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

图版3-6 薛台子鞘状木 *Koleoxylon xuetaiziense* Zhang et Zheng sp. nov.



A-B. 横切面，示髓中纤维束和初生木质部、次生木质部， $\times 67$ ；C. 径切面，示初生木质部管胞中具梯纹和螺旋加厚， $\times 168$ ；D. 径切面，示初生木质部管胞和髓边缘的极窄的薄壁细胞的形态轮廓， $\times 67$ 。
 (标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图版3-7 薛台子鞘状木 *Koleoxylon xuetaiziense* Zhang et Zheng sp. nov.



A-B. 弦切面，示射线1~2列，A×33，B×67；C. 径切面，示交叉场纹孔1~2个，大的、斜或平的简单纹孔，×334；D. 径切面，示管胞径壁纹孔1~2列，紧挤，圆-多角形，×167。（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

描述：手标本呈黑色，木材圆筒为长柱形，横切面为椭圆形，保存长度大于20 cm，直径45~95 mm，未见生长轮。

显微特征：木材圆筒由髓、初生木质部、次生木质部和皮层组成。髓为椭圆形，异质，最大直径为18 mm，最小直径为4 mm，髓的边缘有3~5层圆—多角形的薄壁细胞（一般大小为 $25 \times 35 \mu\text{m}$ ~ $80 \times 20 \mu\text{m}$ ），形成一个薄壁组织带，在薄壁细胞带的边缘与初生木质部的内外带有许多具纹孔的或网状纹饰的转输细胞，形成一个转输组织鞘。在薄壁细胞中，有少量分散的硬壁细胞；髓中的其余部分全被硬壁纤维的管状细胞所占据。硬壁纤维状细胞分子在髓中的分布是很有规律的。它们在横切面中，是沿着髓的长轴方向近于平行排列的但有时分叉或合并，有时也可呈横向交叉并互相连接（如图版3-5，图A-C）。硬壁纤维的管状分子的结构简单，有的壁较厚，有的较薄，未见纹孔或其它加厚，3~5个形成一束（图版3-5，图A，B）。硬壁纤维的管状细胞在径切面中，呈纵向或斜向分布（图版3-5，图B-C），也是呈束状，基本特征与横切面中的那些是一致的。初生木质部为内始式，在径切面中，管胞具有梯纹和螺纹加厚（如图3-5，图D-E）。在初生木质部的内外两侧，带有许多具纹孔的或网状纹饰的转输细胞，它们为纵向伸长的长方形细胞，一般大小为 $30 \times 35 \mu\text{m}$ ~ $25 \times 50 \mu\text{m}$ ，紧密排列成3~4个纵列；次生木质部未见生长轮，管胞的径向壁具缘纹孔1~3列，多数为2列；单列时为圆形、分离或互相接触，多列时为近圆形或紧挤的多角形，纹孔直径为 $15 \mu\text{m}$ 左右，纹孔口窄、斜；交叉场纹孔，大，1~2个，斜卵形。木射线多数为1~2列，个别为3列，射线细胞大小不等（一般大小为 $15 \times 17 \mu\text{m}$ ~ $25 \times 35 \mu\text{m}$ ）、形态多变，有圆形、椭圆形、长方形、多角形、三角形等，多数高5~20个细胞，个别高可达35个细胞，单列时经常出现局部双列。皮层仅在局部地方保存；在皮层中除了有圆形—多角形的韧皮薄壁细胞和少量韧皮纤维之外，还有椭圆形叶迹、圆形—星形的根迹。

讨论与比较：这个新种，在髓的边缘组织中具有由转输细胞组成的转输组织鞘以及大量的硬壁纤维管状细胞束、交叉场纹孔大而少等特征方面，与 *Koleoxylon chaneyi* (Daugherty, 1941) Vogellener (1965, p.56) 相似，但两者髓中的维管束差异较大，不可能为同种。新种与 *Koleoxylon chinense* 的区别也在于髓中维管束的不同，后者在髓中，维管束比较稀疏，而且管状硬壁细胞具有横隔。

产地和层位：辽宁省朝阳市薛台子煤矿（41° N、120° E）；下二叠统太原组。

3.2.2 银杏纲 Ginkgopsida

银杏目 Ginkgales

原始银杏木属 *Protoginkgoxylon* Khudajberdyev, 1971

后选模式种：*Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang 2000

属征：次生木质部，生长轮缺乏或存在，管胞横切面排列不规则，管胞的形状、大小多变，细胞间隙清楚；径向管胞排列不规则，有时互相交叉或叠覆，有时一些管胞在与木射线相遇时产生弓形弯曲。管胞的径向壁纹孔为过渡型或原始松型，螺纹加厚缺乏，但偶尔有因应压木引起的螺纹状裂隙或腔。木射线全由射线薄壁细胞组成，射线单列，有时部分双列，偶尔三列。射线薄壁细胞水平壁纹孔常缺乏，端壁加厚缺乏或不明显。射线管胞缺乏。交叉场纹孔柏木型。轴向木薄壁组织通常缺乏，但常具有薄壁、形状膨大的且不规则的纵向分室含晶细胞或异细胞。树脂道缺失。

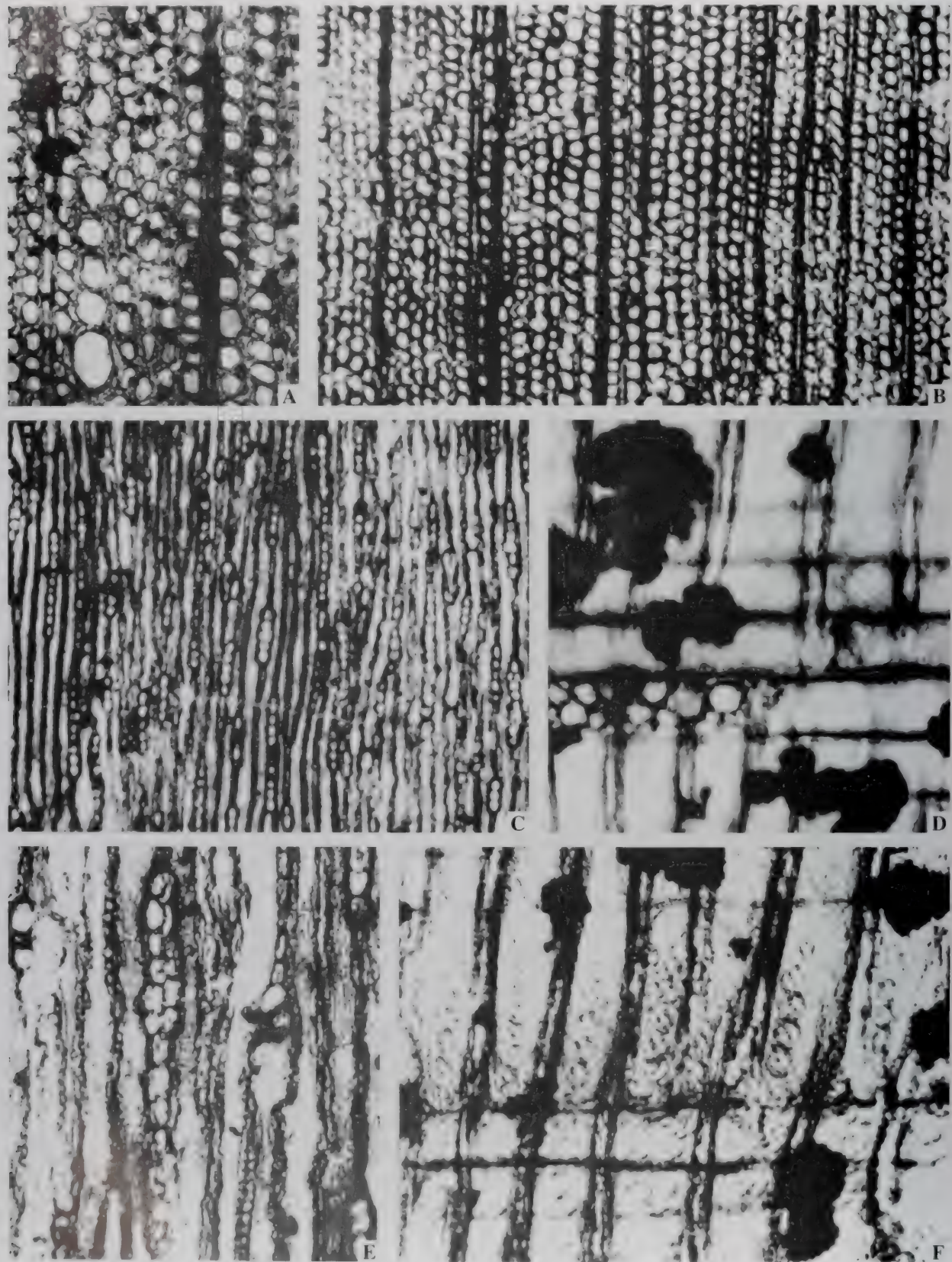
时代与分布：二叠纪；匈牙利，法国，阿拉伯半岛，中国辽宁，美国新墨西哥。

本溪原始银杏木 *Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang （图版3-8，A-F；图版3-9，A-E）

2000 *Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang, 郑少林，张武，页119~123，图版1-2。

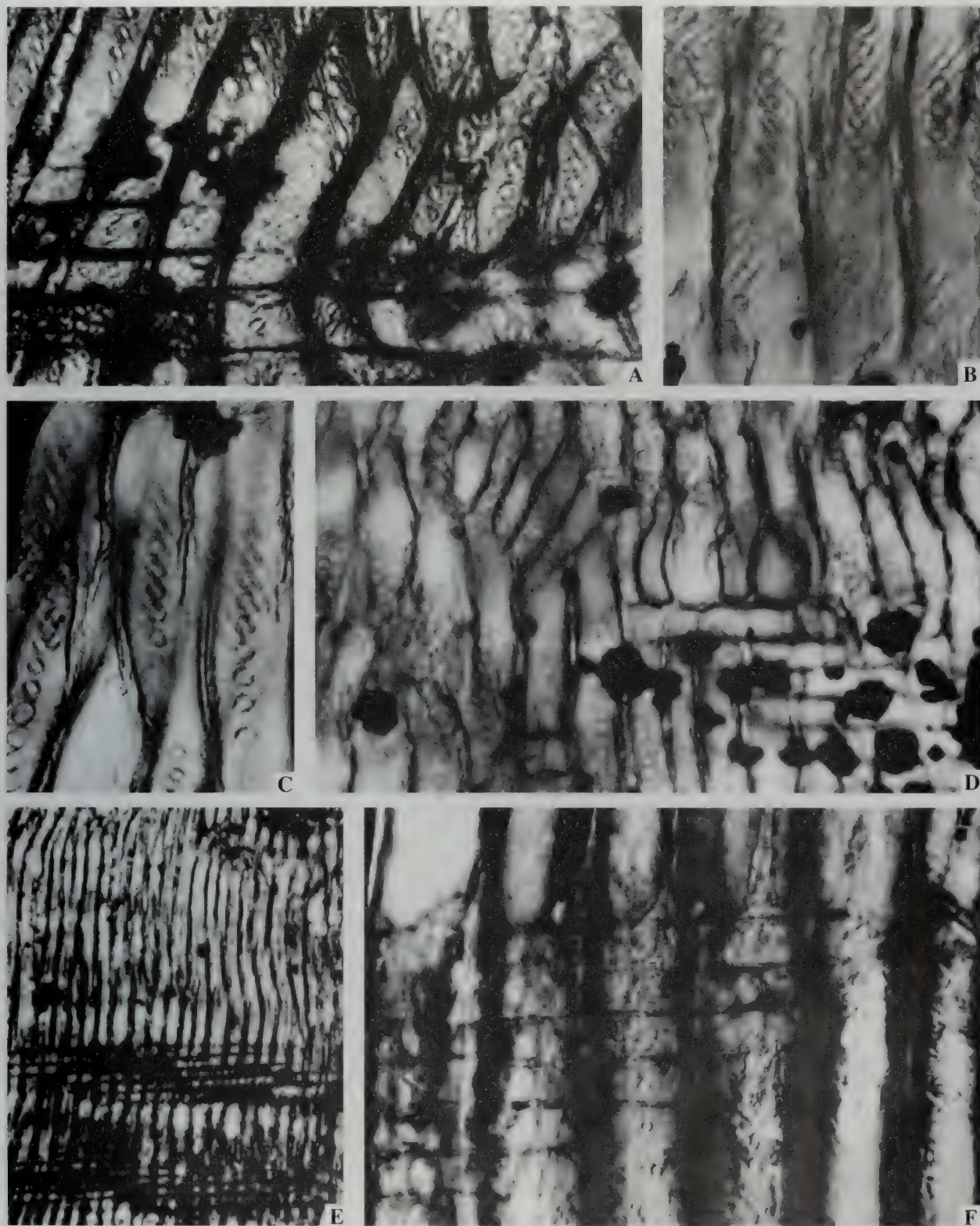
特征：生长轮缺失。横切面管胞排列不规则，管胞的形状、大小不一，胞间隙显著；管胞的径向壁纹孔式为过渡型或原始松木型，螺纹状裂隙明显，有时有两组螺纹状裂隙呈交叉状；管胞排列不规则，有时互相叠覆；射线同质，单列，部分双列，1~9（~24）细胞高，细胞的水平壁和端壁，光滑、无孔；交叉场纹孔柏木型，每场2~8个，轴向木薄壁组织缺乏，但有垂向膨大的薄壁细胞，或分室含晶细

图版3-8 本溪原始银杏木 *Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang



A—B. 横切面，示管胞形状和大小，A×350，B×68；C、E. 弦切面，示木射线和膨大的分室含晶细胞，C×68，E×175；D、F. 径切面，示交叉场纹孔和径壁纹孔及深色、不定形结晶物，×350

图版3-9 原始银杏木 *Protoginkgoxylon*



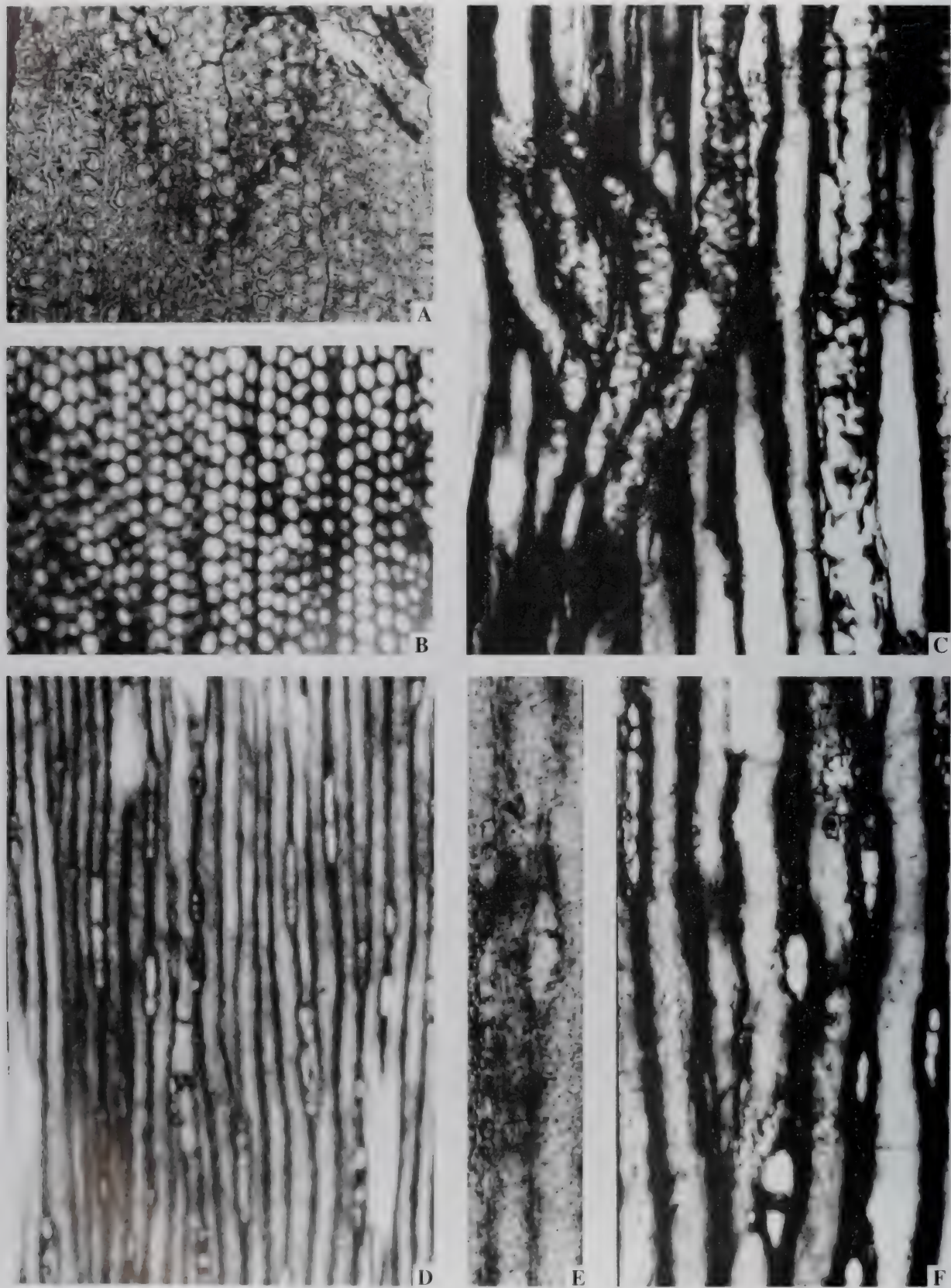
3-9 本溪原始银杏木 *Protoginkgoxylon benxiense* Zheng et Zhang

A-E. 径切面, 示管胞排列、径向壁具缘纹孔和螺旋状裂隙, A-C $\times 350$, D $\times 175$, E $\times 10$

3-9 大青山原始银杏木 *Protoginkgoxylon daqingshanense* Zheng et Zhang

F. 径切面, 示交叉场纹孔和螺旋状撕裂, $\times 350$

图版3-10 大青山原始银杏木 *Protoginkgoxylon daqingshanense* Zheng et Zhang



A-B. 示管胞横切面的形状、大小及不规则排列, $\times 68$; C. 径切面, 示管胞排列、具缘纹孔和管胞中的晶纹, $\times 350$; D-F. 弦切面, 木射线和膨大的不定形晶族, D $\times 175$, E-F $\times 350$

胞出现, 未见晶体存在。树脂道缺失。

产地与层位: 辽宁省本溪市田师傅镇北太平村南山; 中二叠统山西组。

大青山原始银杏木 *Protoginkgoxylon daqingshanense* Zheng et Zhang (图版3-9, F; 图版3-10, A-F)

2000 *Protoginkgoxylon daqingshanense* Zheng et Zhang, 郑少林, 张武, 页119~123, 图版3-4

特征: 生长轮缺失。横切面管胞排列不规则, 管胞的形状、大小不一, 小管胞中散布有一些大的管胞, 径向管胞排列不规则, 径向壁纹孔为过渡型或原始松型。木射线多数单列, 部分双列, 1~15 (~24) 细胞高; 交叉场纹孔柏木型, 每场1~2 (稀3) 个。轴向薄壁组织缺乏, 但有膨大的薄壁细胞在纵向上连成短行, 偶尔有异细胞或含晶细胞出现 (图版3-10, D-F)。

产地与层位: 内蒙古自治区大青山石拐子村; 中二叠统拴马庄群 (? = 山西组)。

3.2.3 科达纲 *Cordaitopsida*

科达目 *Cordaitales*

科达木属 *Cordaioxylon* Grand' Eury ex Felix (1877), emend. Gothan, 1905

模式种: *Cordaioxylon intermedium* (Grand Eury) Lepekhen, 1972

属征: 髓, 初生木质部及次生木质部的构造均被保存。髓具有横隔。初生木质部内始式, 次生木质部为南洋杉型。

时代与分布: 早石炭世—晚三叠世; 中国, 美国, 加拿大, 法国, 德国, 俄罗斯。

猴头庙科达木 *Cordaioxylon houtoumiaense* (Zhang et Zheng) Wang, (图版3-11, A-G)

1984 *Dadoxylon* (*Cordaites*) *houtoumiaense* Zhang et Zheng, 页69~71, 图版5。

2000 *Cordaioxylon houtoumiaense* (Zhang et Zheng, 1984) Wang, 王军, 页353~370。

特征: 木材圆筒具髓、初生木质部和次生木质部, 无生长轮。髓部直径约10 cm, 具横隔, 髓细胞壁薄, 圆形—椭圆形, 局部散生有厚壁的石细胞, 横切面呈椭圆形, 直径50~150 μm , 通常被黑色物质充填。初生木质部内始式, 管胞的径向壁纹孔为梯纹或网纹; 次生木质部管胞横切面为圆形—多边形, 直径75~120 μm , 径向壁纹孔1~3列, 偶4列, 六角形; 射线单列, 偶尔双列, 高1~3个细胞, 交叉场纹孔每场3~5个, 圆形—椭圆形。

产地及层位: 内蒙古自治区西乌珠穆沁旗猴头庙 (44°31' N, 117°39' E); 中二叠统哲斯组。

萨尼科达木 *Cordaioxylon sahnii* (Hsü & Bose, 1953) Wang, (图版3-12, A-F)

1952 *Cordaites sahnii* Hsü et Bose, 页241~244;

1953 *Dadoxylon* (*Cordaioxylon*) *sahnii* (Hsü et Bose) Sze, 页1~172; 图版79, 图1~6。

1974 *Dadoxylon* (*Cordaites*) *sahnii* Hsü et Bose, Zh et Gu, 页1~277; 图版124, 图1~6。

2000 *Cordaioxylon sahnii* (Hsü & Bose) Wang, 页364, 366。

特征: 生长轮缺失, 髓直径9 cm, 具横隔, 隔17/cm; 次生木质部管胞横切面为方形, 径向壁纹孔1~2列, 偶尔3列, 圆形、椭圆形或六角形, 直径22~30 μm , 互生, 交叉场纹孔具缘, 每场1~4个, 多数1个; 射线单列, 偶尔双列, 1~10个细胞高; 射线细胞为长方形, 大小为150 μm ~270 \times 37 μm 。

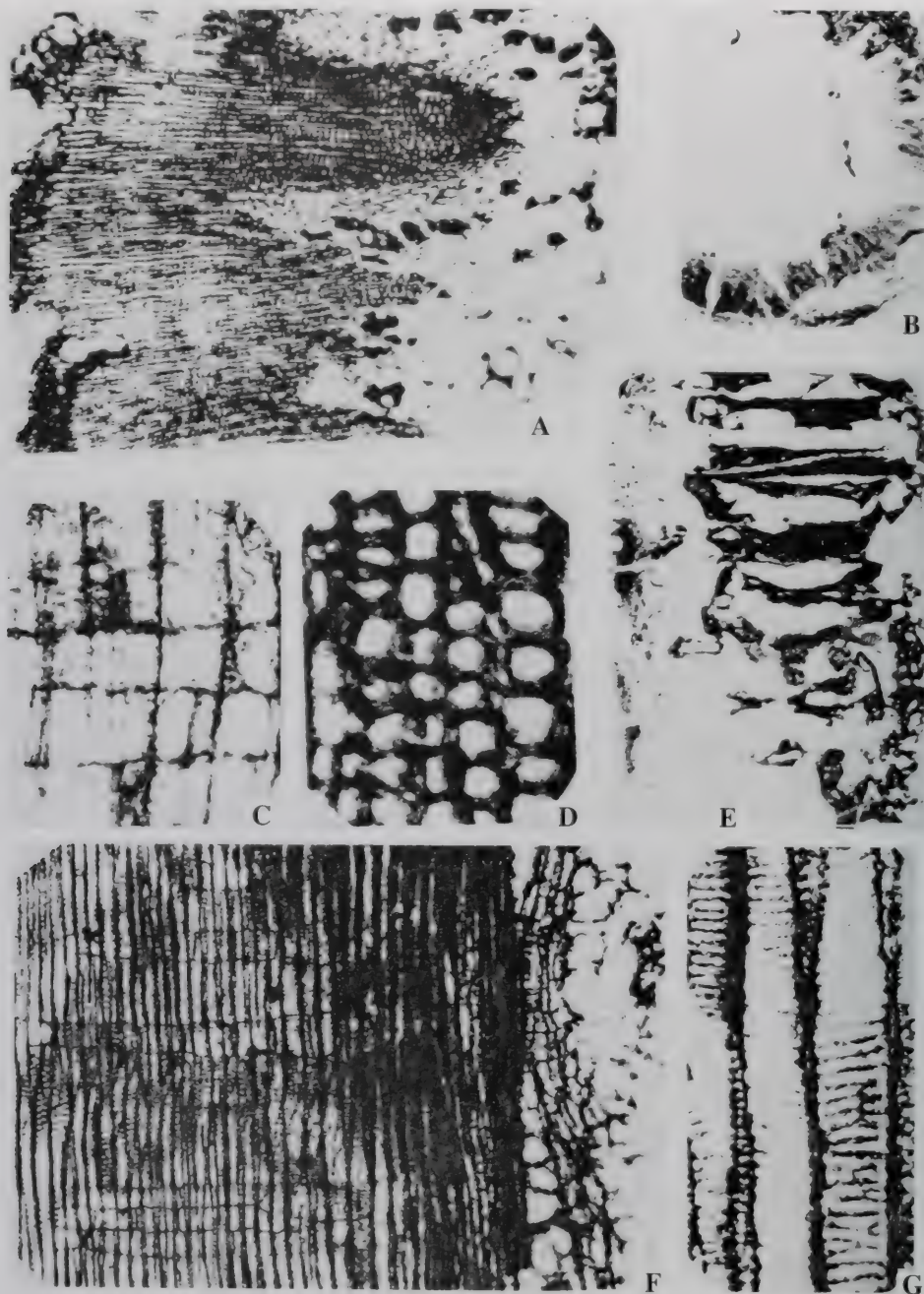
产地及层位: 山西省太原市; 下二叠统太原组、山西组。

宾夕法尼亚木属 *Pennsylvanioxylon* Vogellehner 1965, emend. Tian and Wang 1987

模式种 *Pennsylvanioxylon validum* (Cohen et Delevoryas) Vogellehner, 1965

属征: 具髓、初生木质部和次生木质部。髓的中央区具有横隔或空腔状, 髓的边缘由薄壁细胞或其它细胞组成边缘连续带。茎维管束和叶迹呈束状, 叶隙不发育; 初生木质部内始式 次生木质部密木

图版3-11 猴头庙科达木 *Cordaioxylon houtoumiaense* (Zhang et Zheng) Wang



3-11 猴头庙科达木 *Cordaioxylon houtoumiaense* (Zhang et Zheng) Wang

A-B, D. 横切面, 示髓、木质部管胞及髓中硬壁细胞, A×27, B×2.5, D×336; C, E-G. 径切面, C. 示交叉场纹孔, E. 示髓中横隔, F. 右边示髓中薄壁细胞, 左中示管胞径壁纹孔, G. 示初生木质部管胞具梯纹加厚, ×336, E×4, F×84, G×336

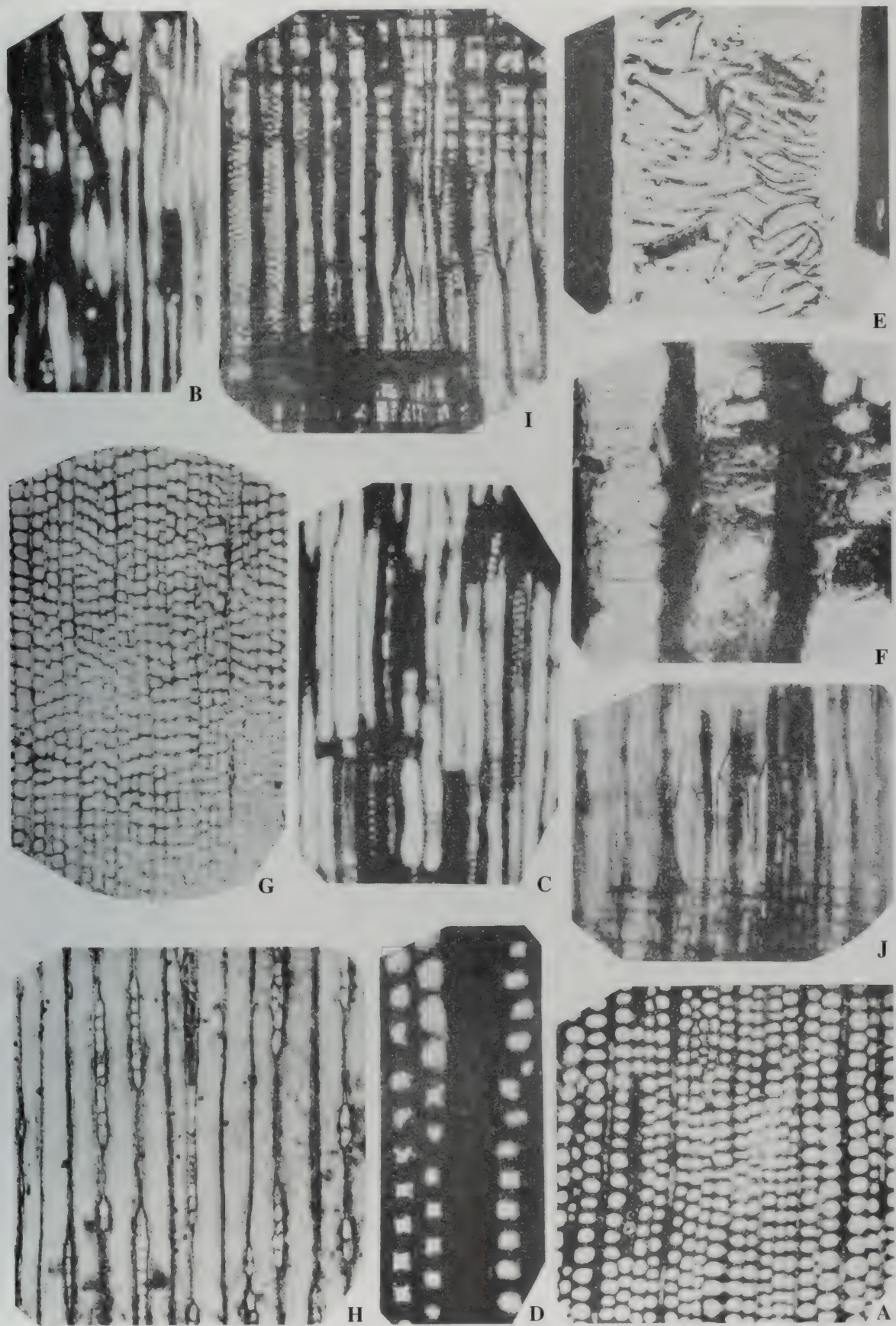
3-12 罗得孔列斯木 *Cordaioxylon sahnii* (Hsü & Bose) Wang

A. 横切面, 示管胞的形态和排列方式, ×100; B. 弦切面, 示木射线单列, 偶双列, ×100; C-D. 径切面, 示管胞径壁具1~2列具缘纹孔, C×100; D×500; E. 径切面, 示髓部一系列横隔片, ×4.5; F. 径切面, 示交叉场纹孔1~3个, ×580

3-12 罗得孔列斯木 *Zallesskioxylon rhodeanum* (Goeppert) Wang

G. 横切面, 示管胞的形态和排列方式, ×38; H. 弦切面, 示木射线单列, 偶尔1~12个细胞高, ×108; I-J. 径切面, 示管胞径壁具2~4行、蜂窝状、多边形, ×108

图版3-12 萨尼科达木 *Cordaioxylon sahnii* (Hsü & Bose) Wang 等



型,管胞径向壁纹孔单列至多列;射线单列

时代与分布:晚石炭世—二叠纪;北美,中国。

田氏宾夕法尼亚木 *Pennsylvanioxylon tianii* Tian et Wang, (图版3-13, A-H)

1987, *Pennsylvanioxylon tianii* Tian et Wang, 页196~204, 图版3, 图1-8。

特征:木材圆筒粗细变化较大,直径为3.2~48 mm,由髓、初生木质部和次生木质部组成;髓很小,直径3~4 mm,且大小变化不大。髓的中央区,具有横隔或空腔状,髓的边缘区是连续的,由薄壁细胞组成,有的含少量石细胞。维管束和叶迹均呈明显束状,均为内始式,叶迹分叉成为双叶迹,叶隙不发育。次生木质部具生长轮,管胞小,排列整齐;管胞大小为 $18 \times 25 \mu\text{m}$ ~ $20 \times 45 \mu\text{m}$,靠近维管束一侧的较大;管胞径向壁具缘纹孔1~2列,单列时圆形分离、稀疏排列;2列时互生;纹孔口斜卵形。木射线单列,1~4个细胞高,同型,在径切面中,射线细胞横卧,由砖形薄壁细胞组成;细胞长约 $57 \mu\text{m}$,高约 $23 \mu\text{m}$ 。韧皮部中常有一些大的异细胞存在,有时次生木质部内也有。皮层很薄,主要由薄壁细胞组成,石细胞少许。

产地与层位:山西省太原市西山煤田;下二叠统太原组。

山西木属 *Shanxioxylon* Tian and Wang, 1987

模式种: *Shanxioxylon sinense* Tian et Wang, 1987

属征:木材具髓、初生木质部和次生木质部。髓的中央区由一系列水平状隔膜及空腔构成,髓的边缘带连续,由薄壁细胞组成。维管束成明显束状,初生木质部内始式;叶迹中始式。叶隙不发育。次生木质部为 *Araucaroxylon* 型。

时代与分布:二叠纪;中国。

中国山西木 *Shanxioxylon sinense* Tian et Wang, (图版3-14, A-H)

1987 *Shanxioxylon sinense* Tian et Wang, 页196~204, 图版1, 图1-8。

特征:木材具髓、初生木质部和次生木质部。髓的平均直径为9 mm,中央区由一系列水平状隔膜及空腔构成,髓的边缘带连续,由近等径的薄壁细胞组成。薄壁细胞直径为 $44 \sim 183 \mu\text{m}$;初生木质部束顶端钝尖,管胞排列较紧密,与髓的界线清楚。木材的维管束内始式,叶迹中始式,在髓的边缘不分叉,为单叶迹。叶隙发育。初生木质部宽约10个管胞,自内向外径壁纹孔分别为环纹、螺旋纹、梯纹、梯纹——具缘纹孔;次生木质部内未见生长轮,管胞径向壁具缘纹孔1至多列,紧挤、互生,南洋杉式。在弦切面上,射线单列,高1~9个细胞,以3~4个者常见。皮层分两个带:内带由大的具暗色不透明内含物的分泌细胞和小的纤维细胞组成;外带由大量纤维细胞和少量小的薄壁细胞组成。

产地与层位:山西省太原市西山煤田;下二叠统太原组。

太原山西木 *Shanxioxylon taiyuanense* Tian et wang, (图版3-15, A-G)

1987, *Shanxioxylon taiyuanense* Tian et wang, 页196~204, 图版2, 图1-7。

特征:木材圆筒具髓、初生木质部和次生木质部,直径为 $1.35 \times 2.8 \text{ cm}$ ~ $1.5 \times 5.2 \text{ cm}$;髓大,平均直径为1~2 cm左右,中央区具有横隔及空腔。髓的边缘带由薄壁细胞组成,宽度可达14~15个细胞宽,含少量分泌道。在横切面上,初生木质部束顶端略呈平截形,管胞排列较疏松,与髓的界线不十分清楚。纵切面上,初生木质部束内始式,管胞间有许多射线薄壁细胞。叶迹中始式,在髓边缘分叉一次成双叶迹。维管束的后生木质部管胞直径为 $30 \times 50 \mu\text{m}$ ~ $50 \times 62 \mu\text{m}$;径向初生木质部约15个管胞宽($700 \mu\text{m}$),自内向外径壁纹孔分别为环纹、螺旋纹、梯纹、网纹管胞。而叶迹可达约30个管胞宽($900 \mu\text{m}$ 左右),它们在弦向上,射线1~2列,高1~7个细胞,管胞的弦向壁具有梯纹加厚。次生木质部为密木型,未见生长轮,管胞横切面为方形,长方形或扁方形,对着初生木质部的次生木质部管胞直径较大。

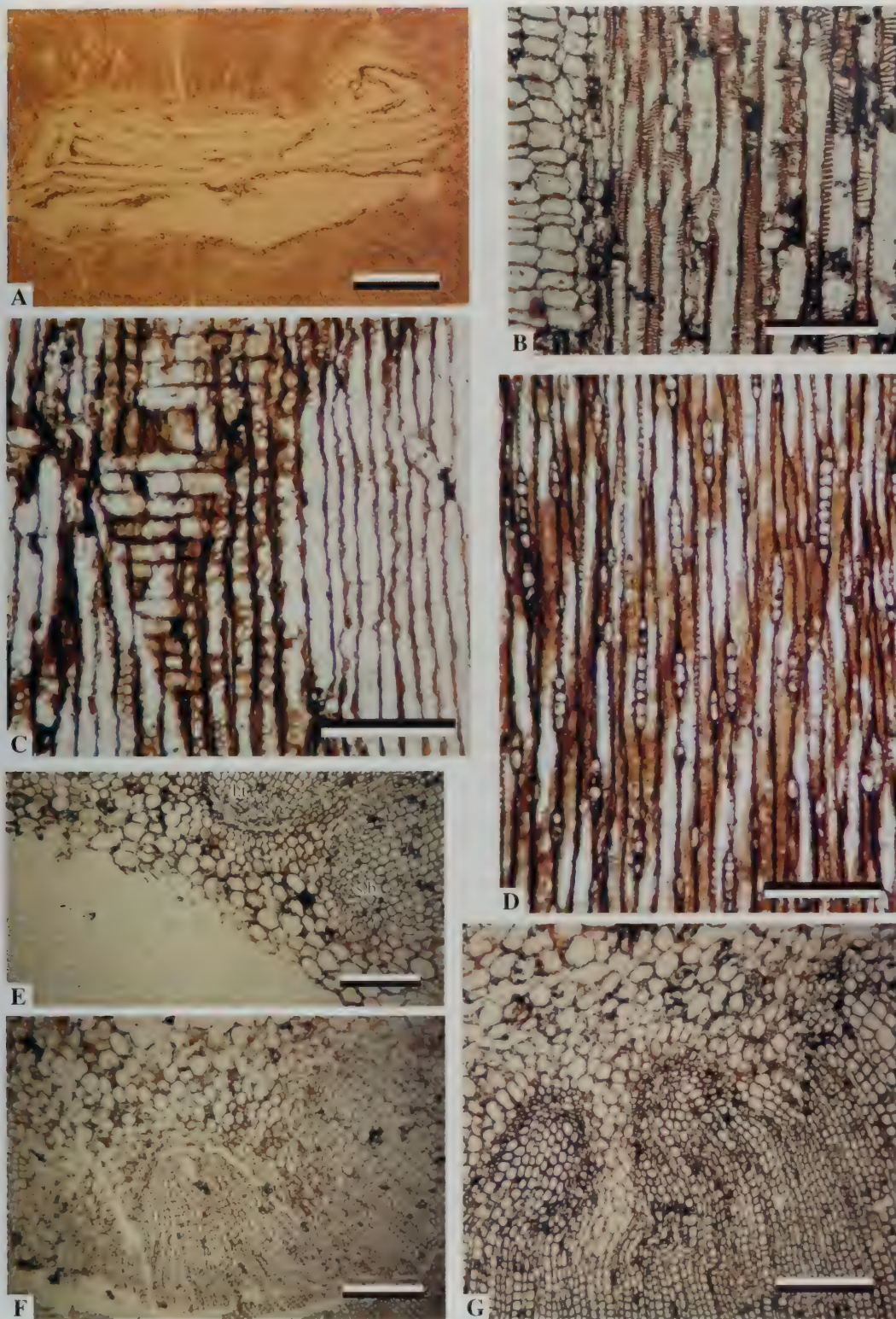
图版3-13 田氏宾夕法尼亚木 *Pennsylvanioxylon tianii* Tian et Wang (据田宝霖等, 1987)

A-B. 横切面, 箭头所指为一内始式单叶迹, 两则为茎维管束 A, 标尺1 mm, B, 标尺300 μm ; C. 径切面, 示髓隔膜及空腔, 箭头所指为韧皮部中的异细胞, 标尺400 μm ; D-E. 横切面, 示次生木质部管胞轮廓, D, 标尺50 μm , E, 标尺50 μm ; F. 径切面, 示次生木质部管胞, 标尺200 μm ; G为E的放大, 示次生木质部管胞单列具缘纹孔, 标尺50 μm ; H. 弦切面, 示次生木质部射线高度, 标尺100 μm

图版3-14 中国山西木 *Shanxioxylon sinense* Tian et Wang (据田宝霖等, 1987)



A. 横切面, 示髓隔膜及空腔, 标尺3 mm; B. 横切面, 示两侧内始式维管束及中间的内始式单叶迹 (箭头所指), 标尺200 μm ; C. 径切面, 示管胞壁上所具双列互生具缘纹孔, 纹孔口斜卵形, 标尺100 μm ; D. 弦切面, 示次生木质部内射线情况, 标尺200 μm ; E. 纵切面, ph韧皮部, ic内皮层, oc外皮层, 标尺400 μm ; F. 横切面, 示各部分组织构造, 标尺200 μm ; G. 径切面, 示皮孔, 标尺400 μm ; H. 横切面, 示周皮构造, 标尺400 μm

图版3-15 太原山西木 *Shanxioxylon taiyuanense* Tian et Wang (据田宝霖等, 1987)

A. 横切面，示髓膜和髓腔，标尺30 mm；B. 径切面，示初生木质部管胞及射线薄壁细胞，标尺200 μm ；
 C. 径切面，示次生木质部管胞壁上的纹孔，射线以及交叉场纹孔，标尺200 μm ；D. 弦切面，射线高度，
 标尺200 μm ；E. 横切面，示茎维管束 (s.b) 和一个中始式单叶迹 (l.t)，标尺400 μm ；F. 横切面，示叶
 迹 (l.t) 已经开始分裂为双叶迹，标尺400 μm ；G. 横切面，示一枚大的双叶迹，标尺400 μm

(约50 μm)，而其它管胞直径只有25 μm ；管胞的径向壁具双列、互生的具缘纹孔；射线单列，1~18个细胞高，多数为4~5个细胞；交叉场纹孔每场1~4个，斜卵形。

产地与层位：山西省太原市西山煤田；下二叠统太原组。

3.2.4 松柏纲 Coniferae

松柏目 Coniferales

南洋杉型木属 *Araucarioxylon* Kraus, 1870

模式种：*Araucarioxylon carbonaceum* (Witham) Kraus 1870

属征：生长轮清楚，不明显或不存在；管胞的径向壁纹孔南洋杉式，通常多列互生，多角形，有时单列，排列紧密；交叉场纹孔柏木型；管胞不具螺旋加厚；射线细胞单列，偶尔局部双列。

时代与分布：晚古生代—新生代；苏格兰，英格兰，法国，德国，俄罗斯，印度，中国，美国，加拿大，巴西，南极洲。

老石旦南洋杉型木 *Araucarioxylon laoshidanense* Wang, Hu & Cui (图版3-16, A-N)

2000 *Araucarioxylon laoshidanense* Wang, Hu & Cui, 页427~432, 图版1, 图1-14。

特征：生长轮缺乏，管胞横切面近圆形、六角形；管胞径向壁具缘纹孔1~4列，其中2~3列者较常见，彼此紧挤，互生为主，少有对生—亚对生；射线单列，偶尔双列，2~39个（多为3~5个）细胞高。交叉场纹孔每场1~2个，柏木型。

产地及层位：内蒙古自治区阿拉善左旗乌达煤矿老石旦矿附近；下二叠统太原组上部。

李氏南洋杉型木 *Araucarioxylon leei* (Sze) Wang, (图版3-17, E-H)

1952 *Dadoxylon leei* Sze, 页171-172, 图版1, 图1-4。

1953 *Dadoxylon leei* Sze, 页171-182, 图版1, 图1-4。

1974 *Dadoxylon leei* Sze, 中国古生代植物编写组, 页162, 图版125, 图5-8。

2000 *Araucarioxylon leei* (Sze) Wang, 王军, 页364, 366。

特征：生长轮不显著，管胞横切面为圆形、方形或不规则形，胞间隙存在，管胞径向壁纹孔单列，偶尔双列，单列纹孔小、卵形或圆形，成串状，彼此相连接，而且微微压扁，双列的纹孔比较小，或多或呈六角形，紧挤、互生，纹孔口卵形——椭圆形，或斜向伸长；交叉场纹孔每场1个(?)，小而具缘，微斜的椭圆形。含树脂管胞，散生。射线单列，1~22(30)个细胞高，平均5~6个细胞高；射线细胞的水平壁和端壁，光滑无孔。管胞的弦向壁无孔。

产地与层位：陕西耀县七宝村；上二叠统石千峰组。

内蒙古南洋杉型木 *Araucarioxylon neimongense* Wang, (图版3-18, A-F)

2000 *Araucarioxylon neimongense* Wang, 页353-370, 图版1, 图1-6。

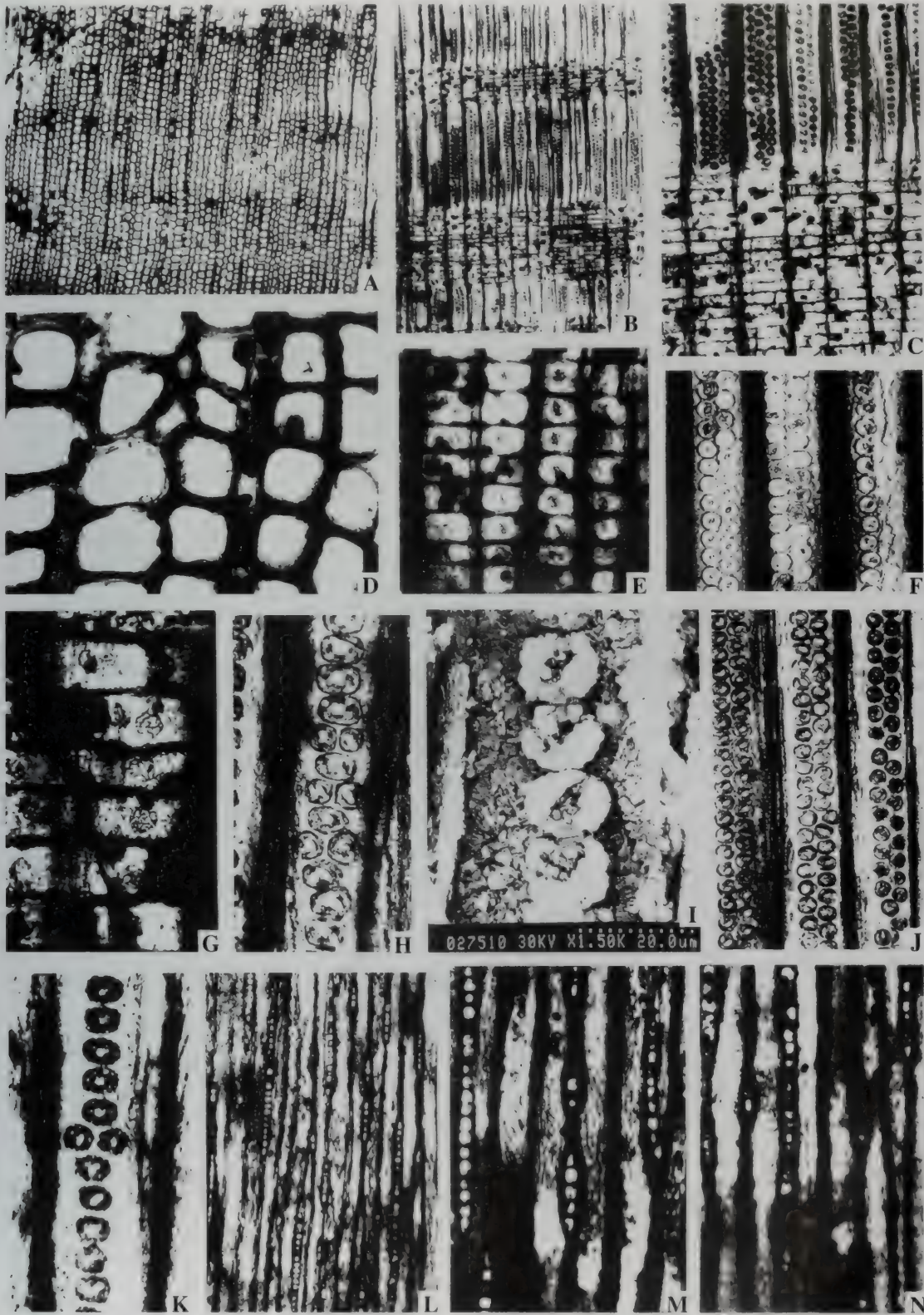
特征：生长轮不发育，管胞大，径向和弦向直径大于80 μm ，管胞的径向壁纹孔圆形，1-5列，常2~4列，互生，有时紧挤成六角形；交叉场纹孔具缘，每场1~7个，多数3~5个。木射线多数单列，部分双列(大约1/3)，1~35个细胞高。

产地与层位：内蒙古自治区阿拉善左旗乌达；上二叠统上石盒子组。

乌达南洋杉型木 *Araucarioxylon wudense* Wang, (图版3-19, A-F)

2000, *Araucarioxylon wudense* Wang, 页353~370, 图版2~3。

特征：生长轮不发育，管胞径向壁纹孔南洋杉型，1~3列，(通常3列)，交叉场纹孔具缘，每场1~9个(通常2~5个)；木射线60%单列，40%部分双列，1~6个细胞高或更高(1~40个细胞)；树脂

图版3-16 老石旦南洋杉型木 *Araucarioxylon laoshidanense* Wang et al. (据王士俊等, 2000)

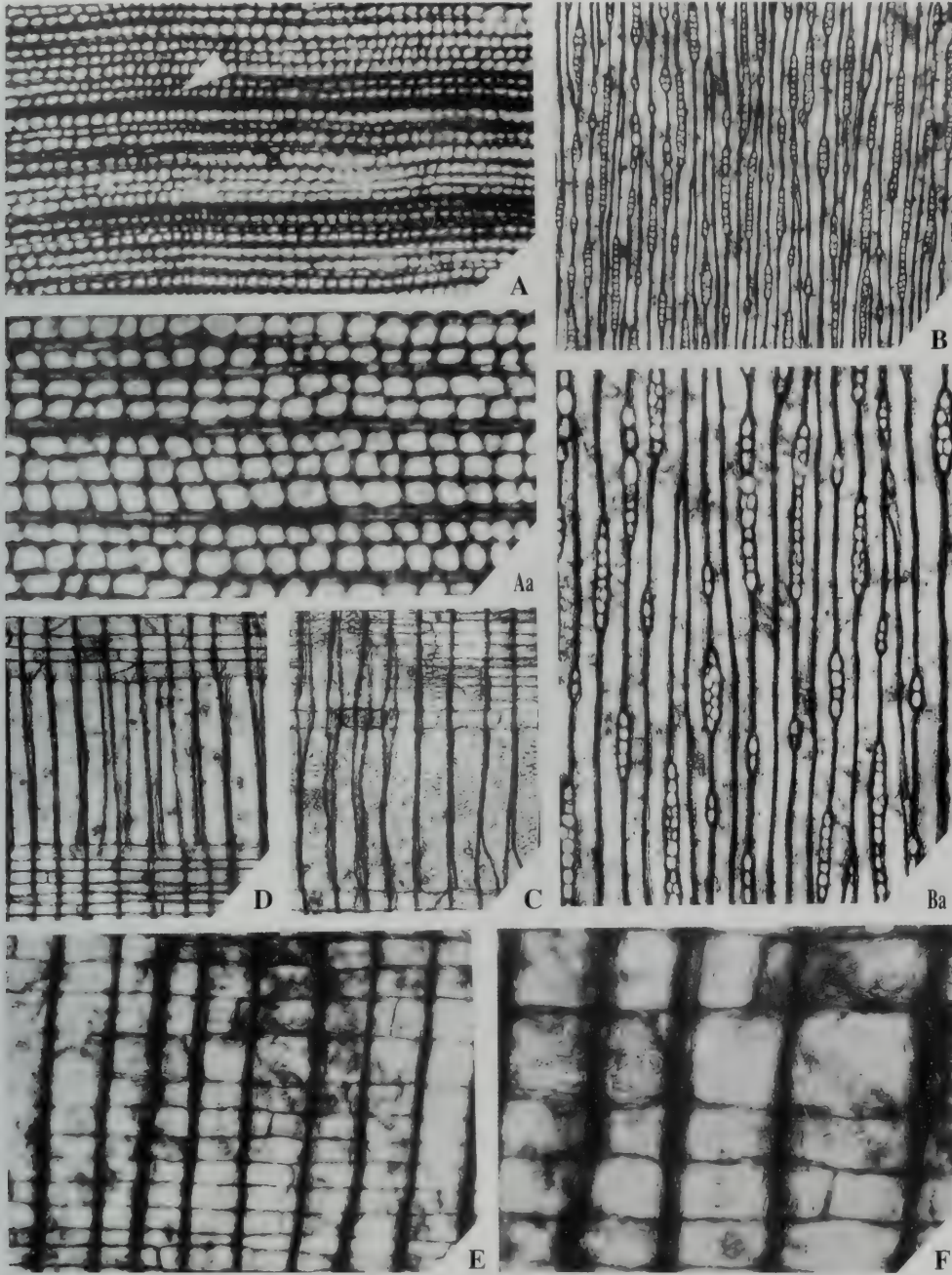
A, D. 横切面, 示管胞形态轮廓, A \times 20, D \times 200; B-C, E, G. 径切面, 示在每个交叉场中为一个柏木型纹孔, B \times 36, C \times 90, E, G., \times 360; F, J. 径切面, 示径向壁两列互生纹孔, \times 180; H, K. 径切面, 示径向壁在单列分离或接触纹孔中有双列对生纹孔, \times 360; I. 径切面, 示管胞径壁单列具缘纹孔; L-N. 弦切面, 示单列、局部双列射线和管胞的弦向壁具孔, L \times 45, M-N, \times 90

图版3-17 李氏南洋杉型木 *Araucarioxylon leei* (Sze) Wang 等



3-17 李氏南洋杉型木 *Araucarioxylon leei* (Sze) Wang

B. 横切面，示管胞径向壁纹孔排列较规则， $\times 36$ ；F. 径切面，示管胞径向壁纹孔单列， $\times 102$ ；G. 径切面，示管胞径向壁纹孔， $\times 10$ ；H. 弦切面，示木射线单列，1~22个细胞高， $\times 36$ 。

图版3-18 内蒙古南洋杉型木 *Araucarioxylon neimongense* Wang (据王 军, 2000)3-17 特尔哈德查普曼木 *Chapmanoxylon? teilhardii* (Sze) Wang

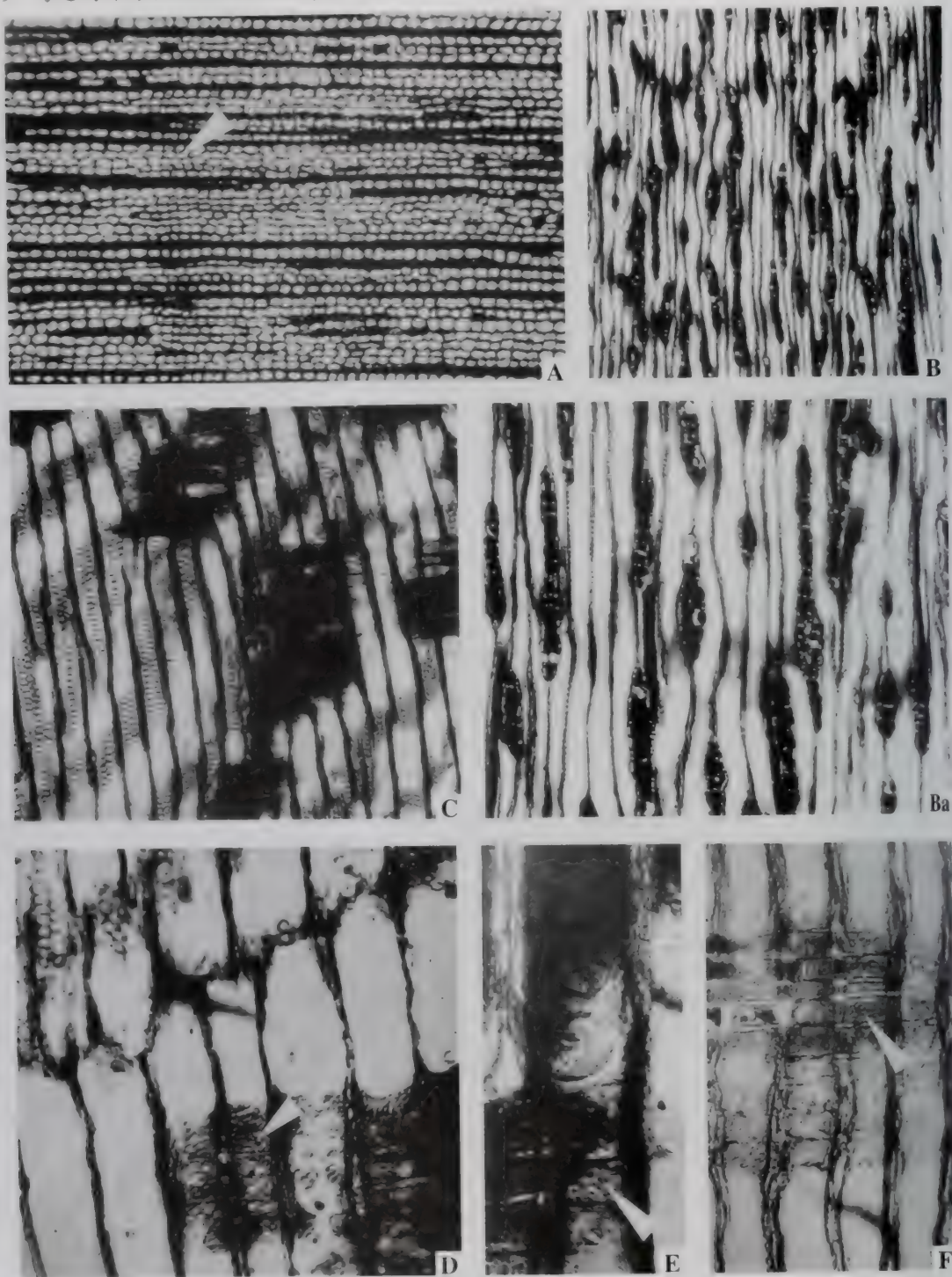
A-B. 横切面, 示髓部略呈圆形, 次生木质部具有清楚的生长轮, A $\times 3.8$, B $\times 33$; C. 径切面, 示管胞径向壁纹孔双列、互生, $\times 106$; D. 弦切面, 示射线单列, $\times 102$

3-17 叠膜髓 *Artisia approximata* (Brongniart) Corda

I-J. 髓部石核, 表面具不规则的横沟和横肋, $\times 0.95$

3-18 内蒙古南洋杉型木 *Araucarioxylon neimongense* Wang

A. 横切面, 示管胞、木射线及微弱的生长轮 (箭头), $\times 45$; Aa是A的局部放大, 示管胞和木射线细胞规则排列, $\times 90$; B. 弦切面, 示单列的及局部双列的木射线, $\times 45$; Ba是B的部分放大, 示射线的形态, $\times 90$; C. 径切面, 示径向壁具缘纹孔多列, 互生, 部分紧挤, 呈多角形, $\times 90$; D. 径切面, 示单、双列具缘纹孔和射线细胞的形态, 纹孔分离、接触或互生, 常呈圆形, $\times 90$; E-F. 径切面, 示交叉场纹孔具缘, 每场2~9个, $\times 360$

图版3-19 乌达南洋杉型木 *Araucarioxylon wudense* Wang (据王 军, 2000)

A. 横切面, 示生长轮微弱, 早、晚材之间的界线逐渐过渡, $\times 50$; B. 弦切面, 示木射线双列, 射线细胞被暗色物质充填, $\times 50$; Ba是B的局部放大, 示单列及局部双列的射线; 管胞弦向壁无纹孔, $\times 100$; C. 径切面, 示管胞径向壁纹孔1~2列, 互相接触, 紧挤, 呈多角形; 偶尔分离, 互生, $\times 100$; D-F. 径切面, 示管胞径向壁纹孔, 具缘, 每场2~5个, 有的细胞被暗色物质充填, $\times 400$

道缺失, 但木射线通常具暗色物质充填。

产地与层位: 内蒙古自治区阿拉善左旗乌达; 上二叠统上石盒子组。

伊川南洋杉型木 *Araucarioxylon yichuanense* Yau, Liu & Zhang, (图版3-20, A-G)

1994 *Araucarioxylon yichuanense* Yao, Liu & Zhang, 页277 ~ 290, 图版1, 图1-7。

2000 *Araucarioxylon yichuanense*, 王世俊, 页431,

2000 *Araucarioxylon yichuanense*, 王军, 页364 ~ 367。

特征: 生长轮缺乏, 木射线单列, 稀少部分双列, 管胞径向壁纹孔圆形, 1 ~ 4列, 通常2 ~ 3列, 互生, 但不紧挤, 六角形, 孔口斜。交叉场纹孔具缘, 每场4 ~ 11个, 偶尔15个。木射线单列, 稀少部分双列, 高1 ~ 21个细胞, 射线细胞水平壁和端壁, 光滑无孔。

产地与层位: 河南省伊川县小沟沟矾土矿; 下二叠统太原组。

查普曼木属 *Chapmanoxylon* Pant and Singh, 1987

模式种: *Chapmanoxylon raniganjense* Pant & Singh, 1987

属征: 密木型木材圆筒; 髓部由同质薄壁细胞组成, 无横隔; 初生木质部内始式, 管胞具有螺旋、梯纹和网纹纹孔式; 次生木质部具生长轮, 管胞径向壁纹孔单列至多列, 接触, 亚对生至互生, 多角形(南洋杉式); 交叉场纹孔具缘, 每场2个至多个, 木射线同质, 通常单列。

时代与分布: 石炭 ~ 二叠纪; 印度, 澳大利亚, 非洲及中国。

太原查普曼木 *Chapmanoxylon? taiyuanense* (Li) Wang, (图版3-21, A-L)

1986 *Dadoxylon taiyuanense* Li, 页555 ~ 558, 图版1-2

2000 *Dadoxylon taiyuanense* Li, 王世俊, 页431

2000 *Chapmanoxylon taiyuanense* (Li) Wang, 王军, 页364 ~ 367。

特征: 木材圆筒直径1 ~ 5 cm, 具髓、初生木质部和次生木质部。髓同质, 无横隔, 直径仅2 ~ 3 mm, 呈圆形—椭圆形, 髓中充满薄壁细胞, 其边缘的细胞较中央的小, 薄壁细胞的横切面为圆形—多角形, 径切面为方形或多角形, 成串排列。初生木质部内始式, 管胞由里往外依次具螺旋、网纹、梯纹加厚和具具缘纹孔; 次生木质部发达, 生长轮不明显, 管胞横切面呈方形或椭圆形, 径向壁纹孔1 ~ 2列, 单列时呈圆形, 2列时为六角形, 直径10 μm , 孔口倾斜; 交叉场纹孔相似落羽杉型, 每场1 ~ 2个; 木射线多数单列, 少数双列, 多数射线1 ~ 14个细胞高, 少数高达38个细胞; 射线细胞圆形, 很小。

产地与层位: 山西省太原市西山煤矿; 下二叠统太原组。

特尔哈德查普曼木 *Chapmanoxylon? teilhardi* (Sze) Wang, (图版3-17, A-D)

1934 *Dadoxylon teilhardi* Sze, 页581 ~ 592, 图版1, 图1-4。

1953 *Dadoxylon* (*Araucarioxylon?*) *teilhardi* Sze, 页99, 图版77, 图3-7; 图版78, 图5。

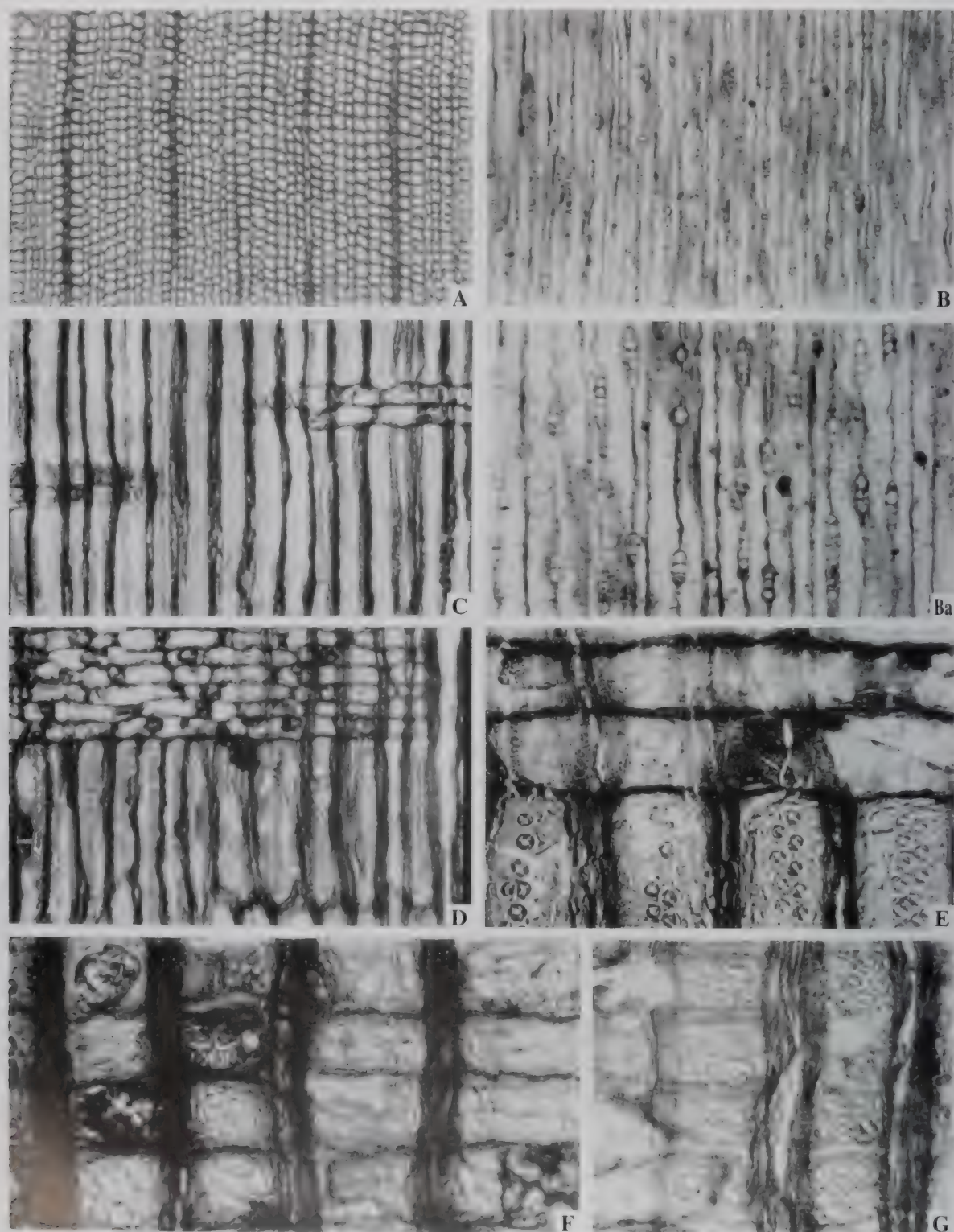
1974 *Dadoxylon teilhardii* Sze, 中国古生代植物编写组, 页162, 图版125, 图1-4。

2000 *Dadoxylon teilhardi* Sze, 王世俊, 页431。

2000 *Chapmanoxylon teilhardii* (Sze) Wang, 王军, 页364 ~ 367。

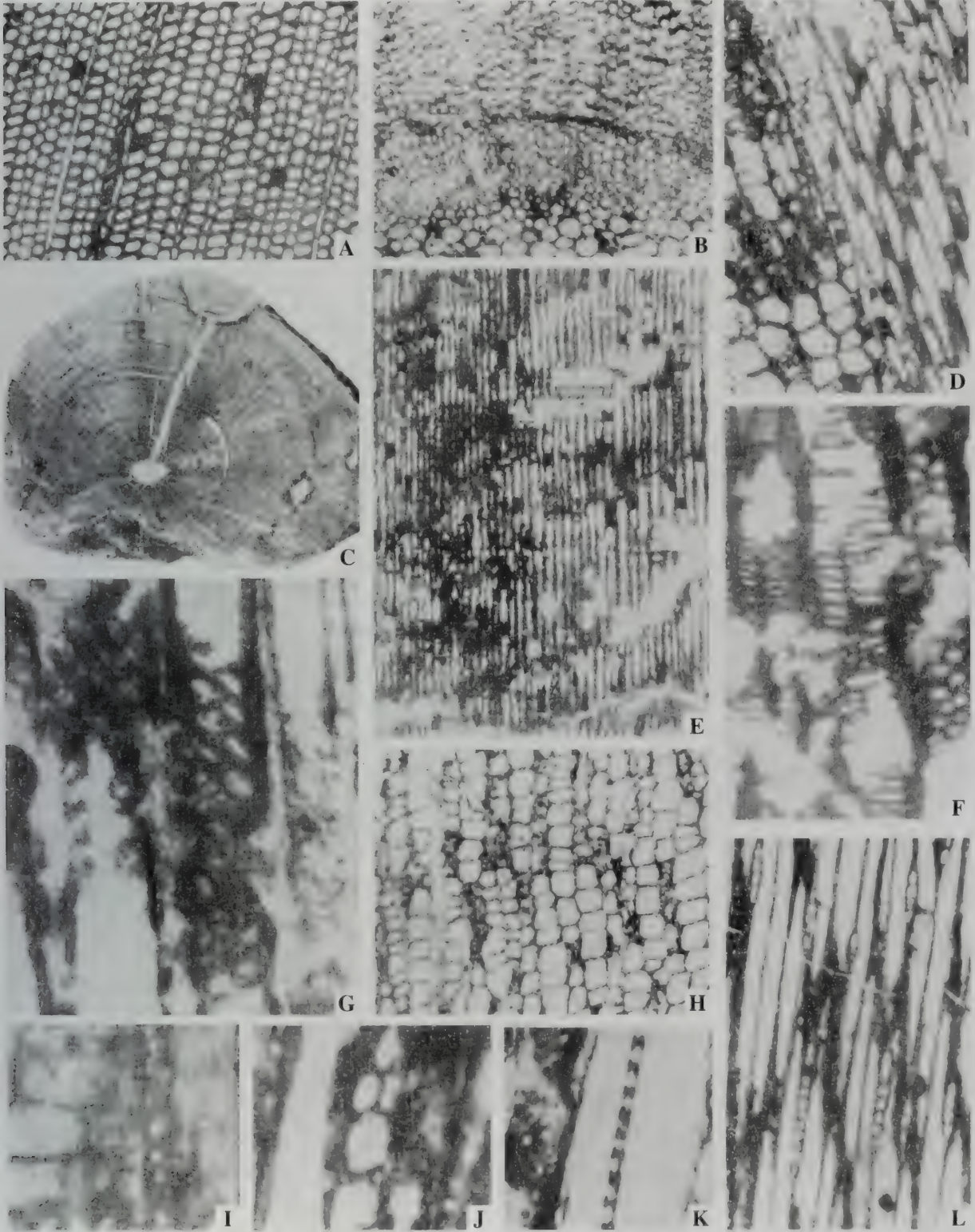
特征: 木材圆筒直径3 ~ 3.5 cm, 具髓、初生木质部和次生木质部。髓同质, 直径仅10 mm, 呈圆形, 髓中充满薄壁细胞, 其边缘的细胞较中央的小, 薄壁细胞的横切面为圆形—多角形, 径切面为方形或多角形, 成串排列。初生木质部内始式; 次生木质部有明显的生长轮, 宽3 ~ 6 mm; 管胞径向壁纹孔1 ~ 3列, 多数2列, 单列时呈圆形—椭圆形, 紧挤或分离, 2 ~ 3列时, 彼此紧挤, 呈六角形; 交叉场纹孔圆形—椭圆形, 不具缘, 每场3 ~ 6个。木射线单列, 1 ~ 8个细胞高, 通常为2 ~ 4个细胞; 射线细胞大小为20 ~ 24 μm \times 14 ~ 18 μm 。

图版3-20 伊川南洋杉型木 *Araucarioxylon yichuanense* Yao et al. (据姚兆奇等, 1994)



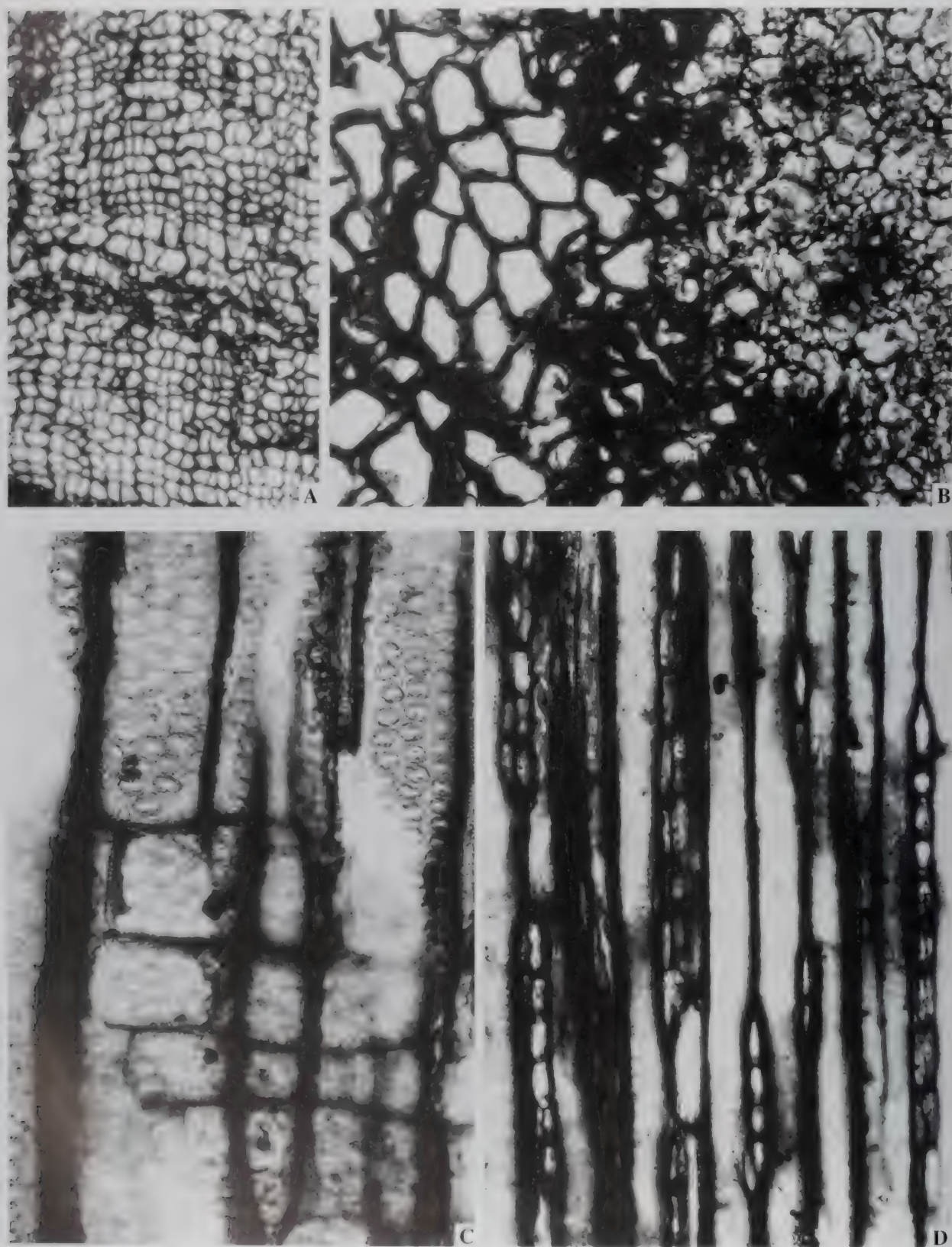
A. 横切面, 示管胞和射线, $\times 35$; B. 弦切面, 示射线单列、稀局部双列, $\times 35$; Ba为B的部分放大, 示射线细胞排列处, $\times 60$; C-E. 径切面, 示管胞径向壁具缘纹孔和交叉场纹孔, 径向壁纹孔圆形, 分离、互生, 1至多列, 纹孔口斜; 交叉场纹孔7~11个, 偶尔有大的球形体被保存, C-D $\times 100$, E $\times 350$; F-G, 径切面, 示交叉场纹孔, 在图F左侧有三个球形体, $\times 350$

图版3-21 太原查普曼木 *Chapmanoxylon? taiyuanense* (Li) Wang (据李仲明, 1986)



A-C. 横切面, A. 示管胞和射线, $\times 83$; B. 示内始式初生木质部和弯曲的木质部内缘, $\times 44$; C. 示髓和木质部圆筒, $\times 11$; D. 径切面, 示内始式的初生木质部, $\times 83$; E. 径切面, 示次生木质部的管胞和射线, $\times 44$; F. 是D的放大, 示管胞壁的梯纹-具缘纹孔的变化, $\times 330$; G. 径切面, 示管胞径壁具缘纹孔2列, $\times 440$; H. 径切面, 示髓中的薄壁细胞, $\times 83$; I. 径切面, 示次生木质部管胞径壁单列具缘纹孔和交叉场纹孔, $\times 331$; J-L. 弦切面, 示次生木质部木射线单列, 局部双列, J-K $\times 331$, L $\times 83$

图版3-22 西乌旗查普曼木 *Chapmanoxylon xiuqiense* (Zhang et Zjheng) Zhang et Zheng



A—B. 横切面, A. 管胞壁向形态轮廓和压扁的管胞充满黑色物质, $\times 52$; B. 同质髓(右边), 初生木质部(中间)和次生木质部(左边), $\times 17$; C. 径切面, 示管胞纹孔和交叉场纹孔, $\times 350$; D. 弦切面, 示单列木射线, $\times 175$

产地与层位：新疆乌鲁木齐；上二叠统，上石合子组。

西乌旗查普曼木 *Chapmanoxylon xiuqiense* (Zhang et Zheng) Zhang, Zheng Wang, Yang, Li, Fu et Li.
(图版3-22, A-D)

1984 *Dadoxylon xiuqiense* Zhang & Zheng, 页70, 图版6, 图1-6.

2000 *Araucarioxylon xiuqiense* (Zhang et Zheng) Wang, 王世俊, 页431。

2000 *Zalesskioxylon xiuqiense* (Zhang & Zheng) Wang, 王军, 页366。

2006 *Chapmanoxylon xiuqiense* (Zhang et Zheng) Zhang, Wang, Zheng et al.

特征：密木型，同质木材，生长轮存在，但不明显。髓，同质，无隔，由薄壁细胞组成。初生木质部为内始式。次生木质部管胞纹孔南洋杉型，1~4列（多数2~3列）。交叉场纹孔具缘每场4~12个。木射线同质，单列，偶尔局部双列，1~10个细胞高。

产地与层位：内蒙古自治区西乌珠穆沁旗猴头庙西北3公里 (44°31'N, 117°39'E)；中二叠统哲斯组。

达姆德木属 *Damudoxylon Maheshwari* 1966

模式种：*Damudoxylon waltonii* Maheshwari 1966。

属征：髓异质，无横隔，直径约10 mm，具散生分泌细胞；初生木质部内始式；管胞径向壁纹孔多列，南洋杉式；交叉场纹孔很多，小。

时代与分布：二叠纪；中国辽宁。

周氏达姆德木 *Damudoxylon zhoui* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-23 ~ 3-24)

全型：Xt-5。

词源：种名是以我国著名古植物学家周志炎院士的姓氏命名的。

产地：辽宁省朝阳市薛台子煤矿 (N41°, E120°)。

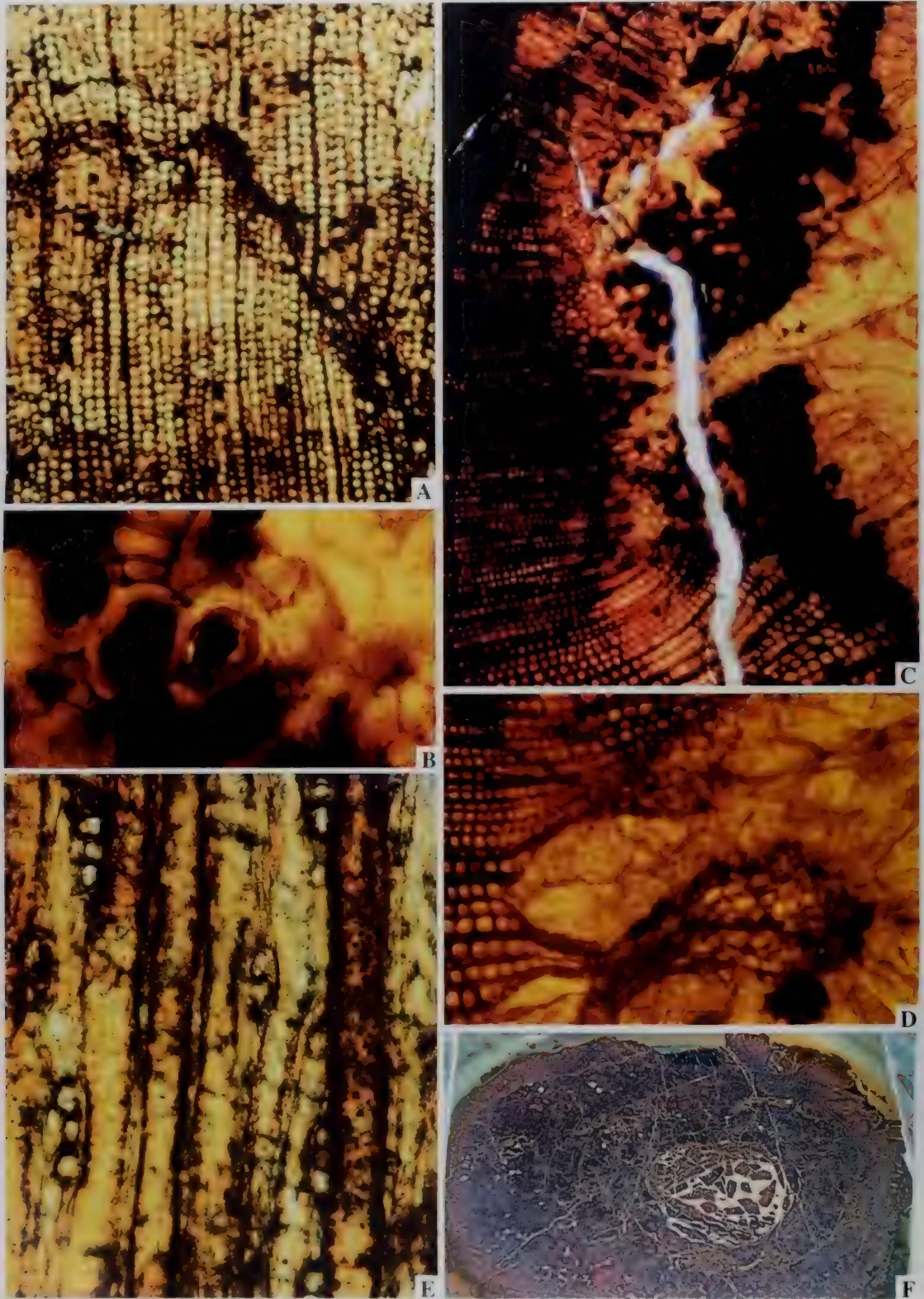
层位：下二叠统，太原组。

特征：木材圆筒具髓、初生木质部和次生木质部。髓接近圆形，异质，髓中具薄壁细胞和分泌细胞；初生木质部内始式；次生木质部径向壁纹孔1~3列；木射线单列，稀2列，射线细胞的水平壁带有纹孔；管胞弦向壁具孔，木薄壁组织细胞偶见。

描述：木材圆筒呈圆柱形，直径7 cm，硅化后呈黑色。横切面：髓、初生木质部和次生木质部均被保存（图版3-23, F）。髓异质，近圆形，直径14~16 mm，在髓的薄壁组织细胞中有散生的分泌细胞；薄壁细胞为圆形、椭圆形或不规则多角形，一般大小为30×30 μm~70×60 μm（图版3-23, C），分泌细胞为椭圆形至多角形，壁厚，其中填充暗色物质（图版3-23, B），单个或多个成群，单个大小为80×90 μm~80×120 μm。初生木质部为内始式，仅局部能看到，5~12个管胞宽；管胞的径向壁具有梯纹或螺旋纹加厚（图版3-24, D右侧）；次生木质部未见生长轮（图版3-23, A），管胞横切面为方形、圆形和椭圆形等，一般大小为30×30 μm~50×50 μm，个别达80×90 μm（图版3-23, C, D）；管胞径向壁纹孔1~3列，单列时圆形、分离或扁圆形，彼此接触，多列时总是紧挤、多角形，纹孔大小约为8×10 μm，纹孔口为窄椭圆形，微斜或水平（图版3-24, B）；管胞弦向壁具纹孔。木射线单列，稀2列，平均71条/mm²，多数1~5个细胞高，个别达9个细胞高，射线细胞为圆形—椭圆形或不规则三角形，一般大小为10×25 μm~20×20 μm，有的细胞中充填暗色物质（图版3-23, E），有的射线细胞弦向壁和水平壁具孔，（图版3-24, B, E）；木薄壁组织细胞偶见，有的木薄壁细胞弦向壁具圆形树脂物（图版3-23, E）。

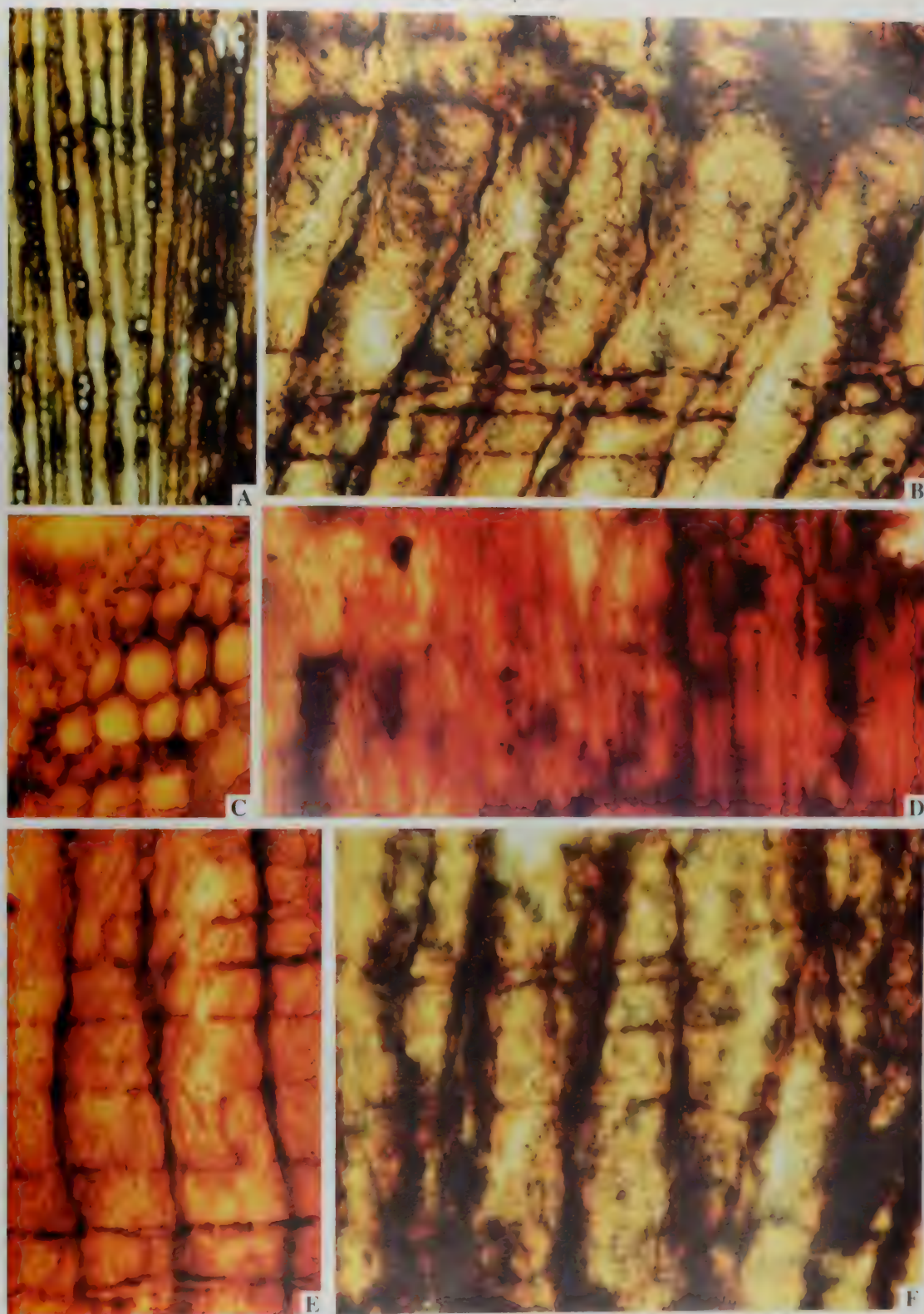
讨论与比较：Maheshwari (1966) 建立 *Damudoxylon* 时，限定该属髓为异质的，后来他 (1972) 对该属的定义进行了修订，即髓部包括了同质和异质的两种类型，并将以往的7个老种归入其中 (Kräusel, 1928; Surange & Maithy, 1962; Maheshwari, 1964; Chapman, 1904; Seward and Walton, 1923; Holden, 1917)。1987年Pant & Singh认为Maheshwari的这个修订，把同质的和异质的髓归入同一个属是不可取

图版3-23 周氏达姆德木 *Damudoxylon zhoui* Zhang et al. sp. nov.



A—D, F 横切面, A. 示管胞的形态轮廓, $\times 31$; B. 示髓中分泌细胞群, $\times 156$; C. 示(右)中薄壁细胞、分泌细胞和初生木质部与次生木质部(左), $\times 31$; D. 示髓边缘的撕裂状破坏, $\times 62$; E. 示髓、髓中木质部碎块和厚的次生木质部, $\times 1$; F. 弦切面, 示木射线1~2列、射线细胞壁具孔、管胞弦壁具孔和木薄壁细胞存在(右), $\times 156$; A—F. 标本编号: Xt-5.

图版3-24 周氏达姆德木 *Damudoxylon zhoui* Zhang et al. sp. nov.



A. 弦切面，示单列射线， $\times 63$ ；B. 径切面，示1~3列径壁纹孔和射线细胞水平壁具孔， $\times 315$ ；C. 横切面，示初生木质部管胞（左上）和次生木质部管胞（右下）的形态轮廓， $\times 158$ ；D. 径切面，示初生木质部管胞（右）具梯纹加厚和髓中纵向伸长的方形薄壁细胞（左）， $\times 158$ ；E-F. 弦切面，示交叉射线孔和射线细胞水平壁具孔， $\times 315$ ；A-F 标本编号：Xt-5

的。所以他们将其中的具同质髓的6个种单独提出,并建立一新属 *Chapmanoxylon* (Pant & Singh, 1987, pp.17~21)。我们认为这是比较合适的。至此, *Damudoxylon* 属内仅有2个具异质髓的种,当前标本与该属两个已知种的区别是新种射线细胞的弦向壁和径向水平壁具孔,管胞弦向壁具孔,木薄壁细胞存在。新种与 *Abietopitys* (Kräuse, 1956) 比较,在射线薄壁细胞弦向壁及径向水平壁上有小孔的特征方面是相似的,但后者初生木质部是中始式的,而新种是内始式的,所以当前标本不能归入 *Abietopitys*。

板状螺纹木属 *Platyspiroxylon* Greguss 1961

模式种: *Platyspiroxylon heteroparenchymatosum* Greguss 1961

属征: 密木型次生木质部,管胞径向壁有具缘纹孔和板状螺纹加厚;射线细胞异质,有薄壁和壁厚两种类型。

时代与分布: 二叠纪;匈牙利,中国。

中国板状螺纹木 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-25~3-27, A-E)

全型: IVP19-a-c

词源: 新种名是根据化石产地“中国(China)”而定。

产地: 内蒙古自治区巴林左旗艾来绍荣西山。

层位: 中二叠统哲斯组。

特征: 密木型次生木质部,生长轮微显,管胞径向壁纹孔1~2列,单列时圆形分离或微接触,2列时互生,圆形或多角形,有时在孔口和孔口缘之间,存在单的或相互交叉的、宽的螺纹加厚;木射线多数1~2列,少数3列,射线细胞异质,多数具有较厚的壁,个别的壁薄;交叉场纹孔柏木型,大,多数为1~2个;木薄壁组织细胞丰富。

描述: 密木型,次生木质部南洋杉式,生长轮微显;晚材带仅2~3个管胞宽,管胞在弦向上被微微压扁,管胞壁不具加厚;早材带较宽,管胞大小不一,横切面为圆形、椭圆形、方形或不规则多角形,直径为 $15 \times 20 \mu\text{m}$ ~ $50 \times 70 \mu\text{m}$ 左右(图版3-25,图A)。管胞径向壁纹孔1~2列,单列时多数圆形、彼此互相接触,个别微分离,2列时互生,圆形、彼此靠近或互相紧挤,呈多角形,直径为 $7.5 \times 7.5 \mu\text{m}$ ~ $10 \times 10 \mu\text{m}$,孔口圆形或微椭圆形,直径为 $2.5 \times 3 \mu\text{m}$,有时在孔口和纹孔缘之间,存在单向的或相互交叉的、宽的螺纹加厚,螺纹的宽度在 $1 \sim 2 \mu\text{m}$,伸展的角度约 45° 左右,径向壁有时具横隔(图版3-26,图A);在弦切面中,射线细胞多数1~2列,少数3列(图版3-25,图B-D),2列射线的含量达10%,细胞为椭圆形,直径为 $8 \times 10 \mu\text{m}$ 左右,一般3~19个细胞高,最高可达57个,异质,多数壁较厚,个别壁薄,极个别具2~3个孔;在径切面中,射线细胞的水平壁有时具孔,端壁无节状加厚(图版3-26,图B);交叉场纹孔柏木型,大,多数每场为1~2个,少数3~4个,直径 $7.5 \times 9 \mu\text{m}$ 左右,纹孔口为宽的椭圆形,直径约 $2.5 \times 3 \mu\text{m}$ (图版3-26,图B,C);木薄壁细胞丰富,常具棕色树脂充填物(图版3-26,图D)。

讨论与比较: 新种特征是在管胞径向壁上具有纹孔和宽的螺纹加厚,以及射线细胞异质,即射线细胞具厚壁和薄壁等特征方面与模式种是很相似的,但在射线细胞2~3列、多数壁厚、径向壁纹孔2列较多等特征方面两者有明显区别,故定一新种。新种径向壁纹孔式和螺纹加厚、射线细胞异质(即具厚壁和薄壁)等特征方面与现生 *Callitris grauca* R. Br. 相似,在射线细胞双列及很高的特征方面与现生 *Sequoiadendron gigantea* (Lind) Buchholz 也有些相似(周奎、姜笑梅,1994),但它们不能作完全对等的对比。

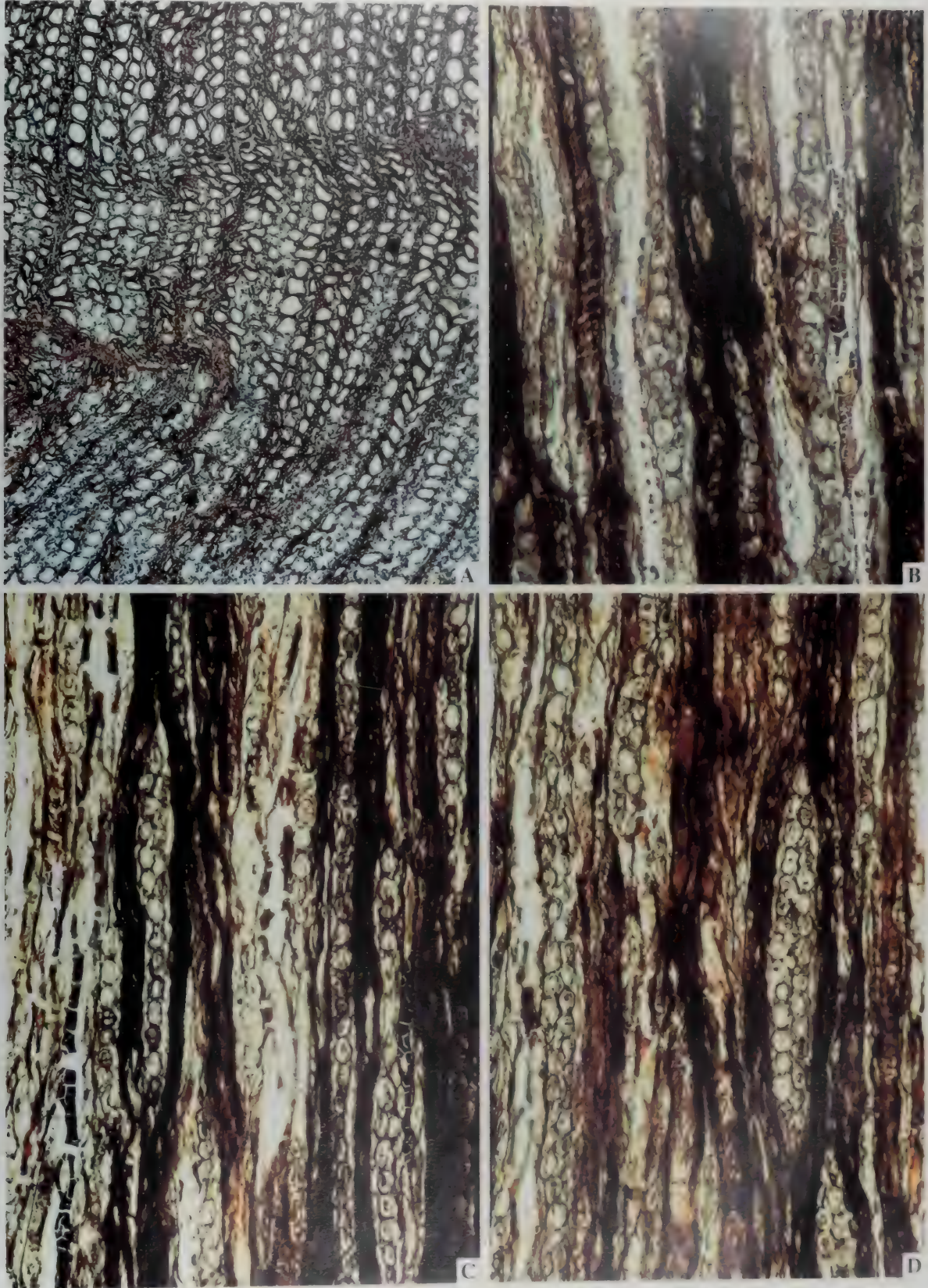
异质薄壁板状螺纹木(相似种) *Platyspiroxylon* cf. *heteroparenchymatosum* Greguss (图版3-27, F-I)

1985 *Platyspiroxylon* cf. *heteroparenchymatosum* Greguss, 王自强, 页39, 图版3, 图5-8

2000 *Platyspiroxylon* cf. *heteroparenchymatosum* Greguss, 王军, 页364~367

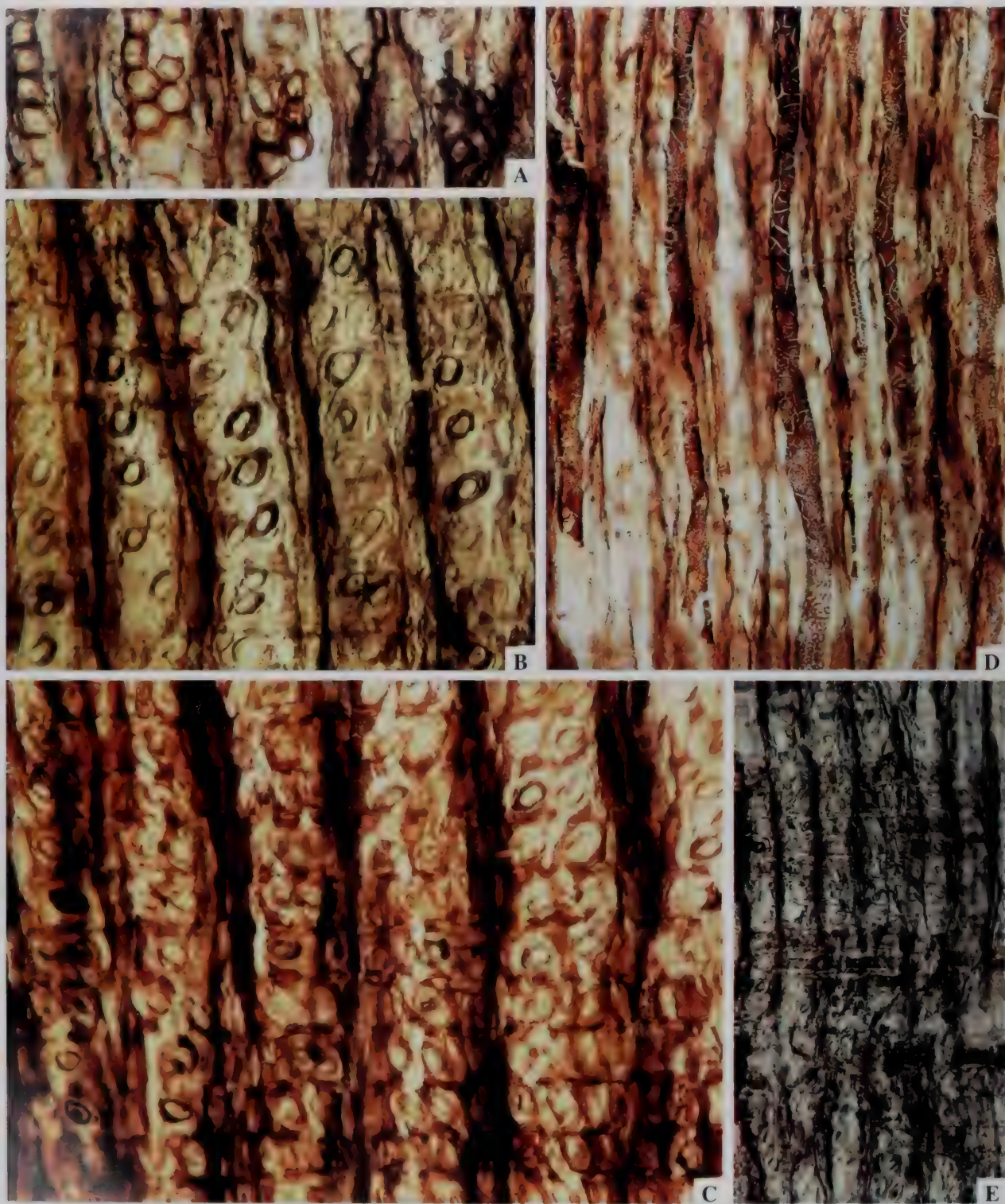
特征: 管胞横切面为圆形。管胞径向壁有具缘纹孔和板状螺纹加厚,径向壁具缘纹孔单列,紧挤,南洋杉式,端壁平截状,变化较大;交叉场纹孔具缘,每场1~2个,多数1个,椭圆形,几乎占满整个交

图版3-25 中国板状螺纹木 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et al. sp. nov.



A. 横切面，示管胞形态轮廓， $\times 67$ ；B D. 纵切面，示1~2列木射线，大管胞细胞，局部有螺旋加厚及厚壁射线细胞， $\times 333$ 标本编号：IVP19-a-c（标本均藏于保存于中国科学院植物研究所）

图版3-26 中国板状螺纹木 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et al. sp. nov.



A—C. 径切面，示径向壁具缘纹孔和交叉场纹孔， $\times 350$ ；D. 径切面，示发达的木薄壁细胞， $\times 350$ ；E. 径切面，示局部管胞末端有弓形弯曲， $\times 175$ 标本编号：IVP19-a-c（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

图版3-27 中国板状螺纹木 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et al. sp. nov.



3-27 中国板状螺纹木 *Platyspiroxylon chinense* Zhang et al. sp. nov.

A-E. 径切面，示管胞径向壁具缘纹孔单列，稀2列及螺旋加厚，A、D $\times 166$ ，B-C、E $\times 333$ ；标本编号：IVP19-a-c（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

3-27 异型薄壁板状螺纹木（相似种）*Platyspiroxylon cf. heteroparenchymatosum* Greguss

F. 横切面，示生长轮， $\times 24$ ；G. 弦切面，示管胞径向壁螺旋加厚和单列斜纹细胞中的厚壁细胞， $\times 428$ ；

H. 径切面，示交叉场纹孔， $\times 428$ ；I. 径切面，示单列，偶尔双列径向壁具缘纹孔， $\times 71$

叉场。射线细胞异质，有厚壁的和薄壁两种，单列为主，偶尔双列，高1~32个细胞，多数3~10个，最多可达41个细胞高。

产地及层位：山西省柳林县君都村；上二叠统石千峰组。

原始叶枝杉型木 *Protophylocladoxylon* Kräusel, 1939

模式种：*Protophylocladoxylon leuchsi* Kräusel 1939

属征：同质密木型裸子植物次生木质部木材，具生长轮；管胞径向壁纹孔南洋杉式或原始松式；交叉场纹孔，简单，每场1个，稀2个，斜卵圆形，具尖顶；射线细胞的水平壁和弦向壁无孔。射线管胞及树脂管胞不存在。

时代与分布：二叠纪—白垩纪；南美，非洲，印度，南极，中国，意大利，法国，德国，柬埔寨，越南，英国，黎巴嫩，叙利亚。

河南原始叶枝杉型木 *Protophylocladoxylon henanense* Yao, Liu & Zhang (图版3-28, A-H)

1994 *Protophylocladoxylon henanense* Yao, Liu & Zhang, 页277~290, 图版3, 图1-8。

2000 *Protophylocladoxylon henanense* Yao, Liu & Zhang, 王军, 页364~367。

特征：生长轮缺乏，管胞径向壁纹孔南洋杉型，1~2列，偶尔3列，单列时主要为圆形，部分为卵圆形，多列时为亚圆形至六角形，互生，偶尔对生。交叉场纹孔，简单，比较大，每场1个，少数2个，卵形至椭圆形，有时具尖顶，斜置或几乎水平。木射线通常单列，少数双列，高1~40个细胞，管胞弦向壁偶尔有纹孔存在。木薄壁细胞和树脂道缺失。但含有类似树脂物质的细胞普遍存在。

产地与层位：河南省平顶山高庄煤矿；下二叠统山西组。

硬壁螺纹木属 *Sclerospiroxylon* Prasad, 1982

模式种：*Sclerospiroxylon marguerierae* Prasad, 1982。

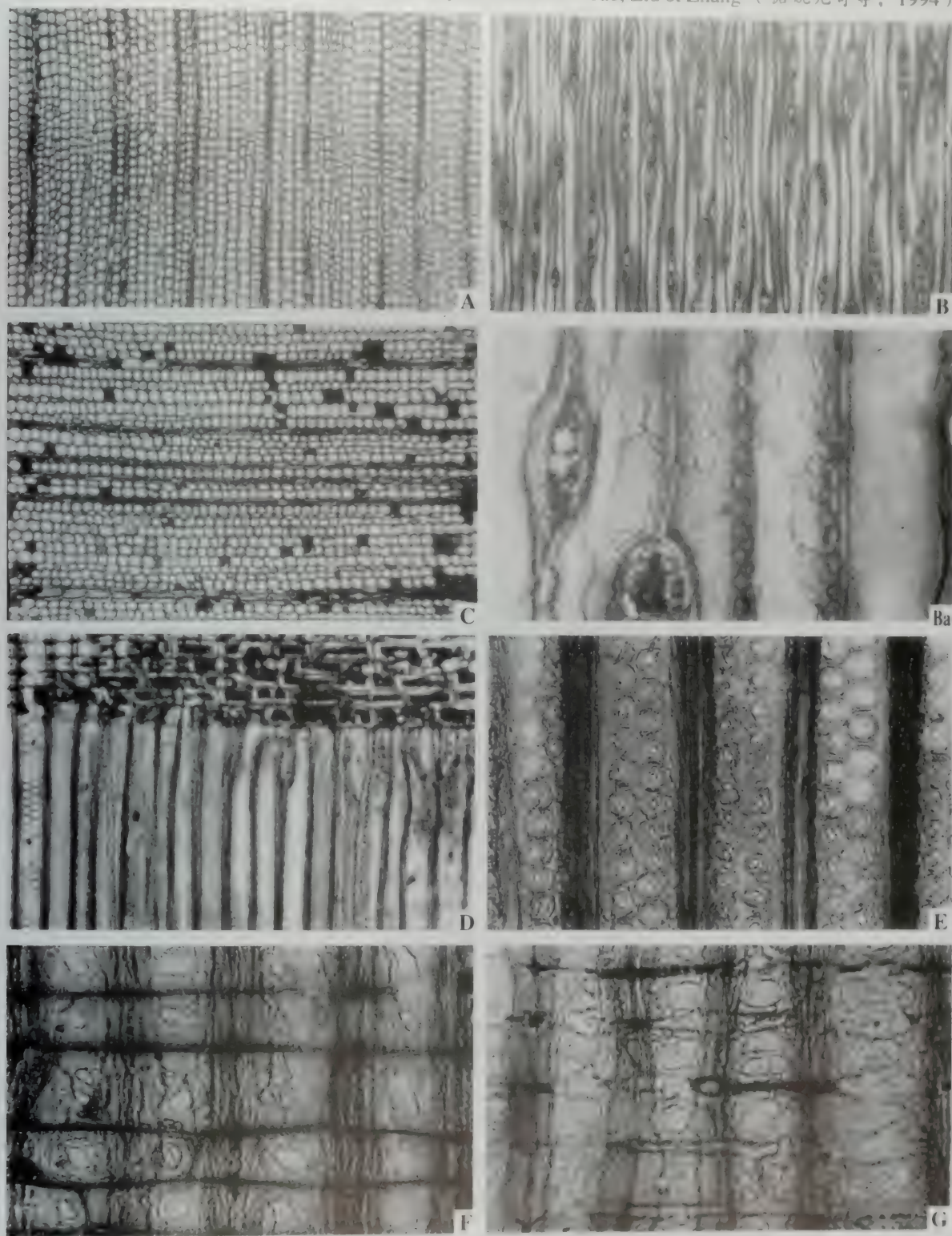
属征：次生木质部为 *Protospiroxylon* 型；髓，无隔，异质，硬壁细胞分散在薄壁细胞的基本组织之中。这些硬壁细胞排列成各种不同的情况；初生木质部为内始式。

讨论：Prasad (1982, p.137) 为 *Sclerospiroxylon* 属提供的属征是：“木材的髓，很小，异质，具有硬化细胞排列成的垂向柱；初生木质部为‘初始的’内始式。次生木质部显示南洋杉式纹孔式，具有螺纹加厚。” Pant & Singh (1987, p.71) 指出，Prasad (1986) 虽然提出，他的属有内始式的初生木质部，但并无初生木质部的图被提供。次生木质部，像 *Prototaxopitys*，管胞径向壁显示南洋杉式纹孔式和第三次螺纹。然而，实际标本的图片也没有被提供，仅有几个手绘的插图。因此，*Sclerospiroxylon* 属的特征，似乎是被想象出来的。尽管 Pant 和 Singh 对这个属的可靠性有点怀疑，但还是被引用了。

我们认为，至少，Prasad (1982, 1986) 所建立的这个 *Sclerospiroxylon* 属的标本，其保存状况是不能令人满意的。正如我们所见到的，在 Prasad 建立该属的原文中，仅有两个髓部的图片被提供（参见 Prasad, 1982, p.137, 图版4, 图5, 6）。初生木质部和次生木质部的特征，没有实际标本的照片出示，只有3个示意性的插图显示各部的构造形态。应特别指出的是，在该属的原定义中，它的作者由于过分地强调了在髓中，硬壁细胞在垂向上排列成柱状的特征，至使其他特征都非常相似的木材无法归入本属，并因此而大大降低了该属的使用价值。在这种情况下，张武等（2006）根据中国的标本对该属的属征，进行了重要的补充和修订。根据以上的讨论，我们认为，经过修订之后的 *Sclerospiroxylon* 属，可以作为一个独立的属被使用。

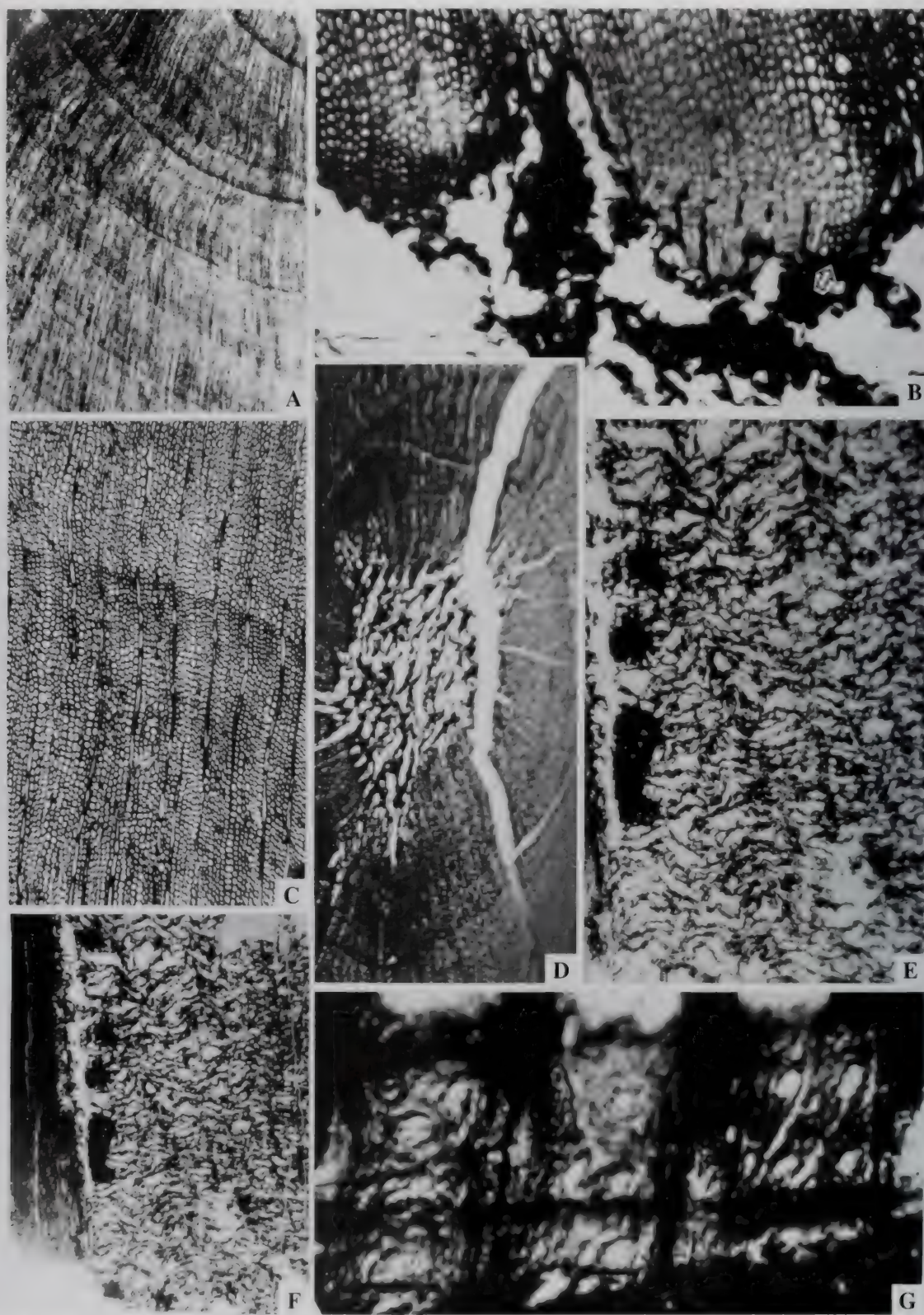
时代与分布：二叠纪；印度，中国。

内蒙古硬壁螺纹木 *Sclerospiroxylon neimongolense* Zhang, Wang, Zheng, Yang, Li, Fu et Li.
(图版3-29~3-30, 插图3.1)

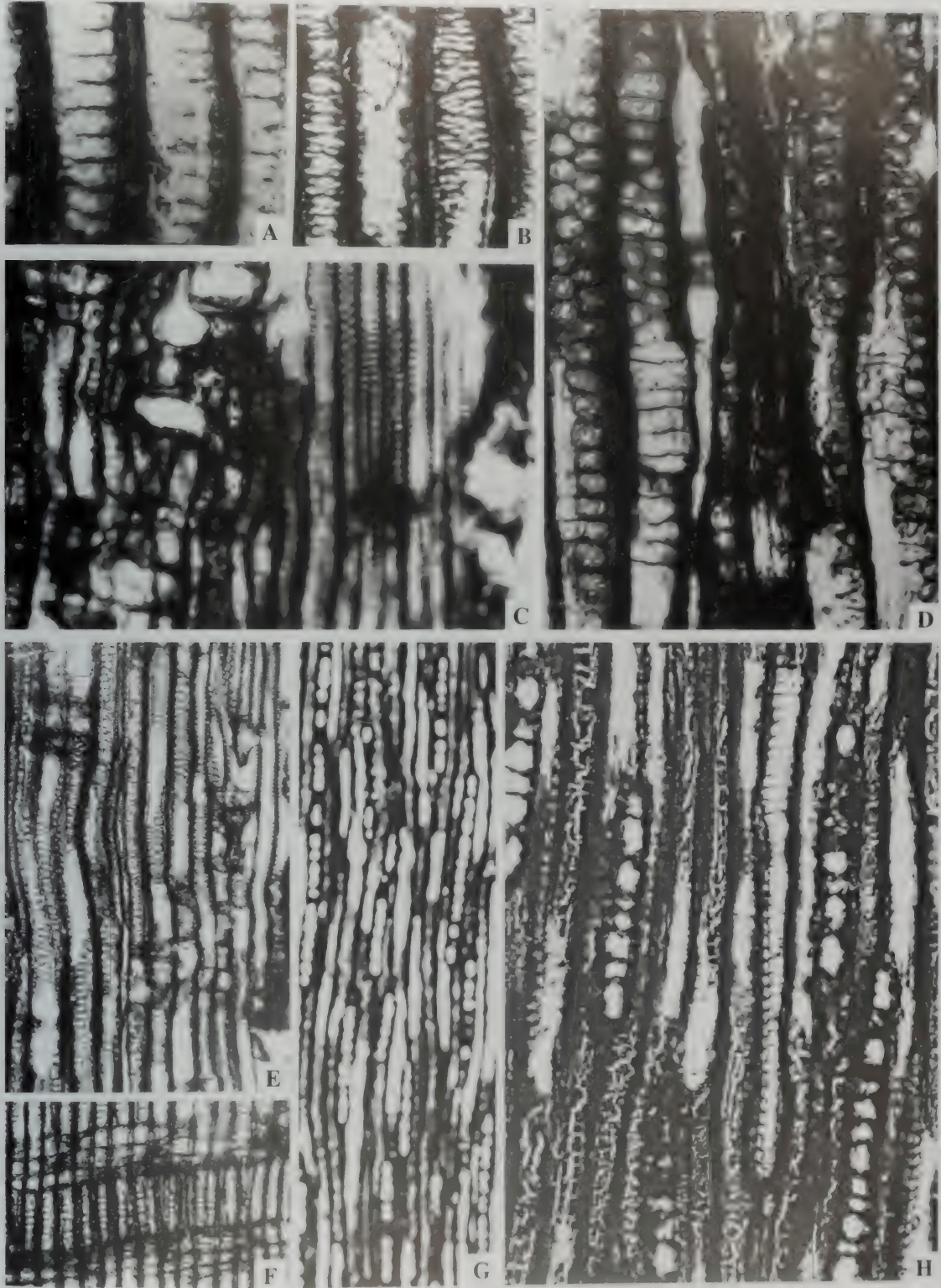
图版3-28 河南原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon henanense* Yao, Liu et Zhang (据姚兆奇等, 1994)

A. 横切面, 示直径缩小的一个带, 像假轮, $\times 35$; B. 同一标本的横切面, 示生长轮缺失, $\times 35$; C. 弦切面, 示单列的和局部双列的木射线, $\times 35$; D. 为B的局部放大, 示弦向壁偶尔出现具缘纹孔, $\times 350$; E. 径切面, 示木射线的一部分为双列, 射线细胞中充满黑色物质, $\times 100$; F. 径切面, 示径壁具缘纹孔圆形—亚圆形, 2列互生, 孔口斜, $\times 350$; G—H. 径切面, 示每个交叉场通常有纹孔1个, 稀2个, 偶间一卵圆形, 简单, $\times 350$

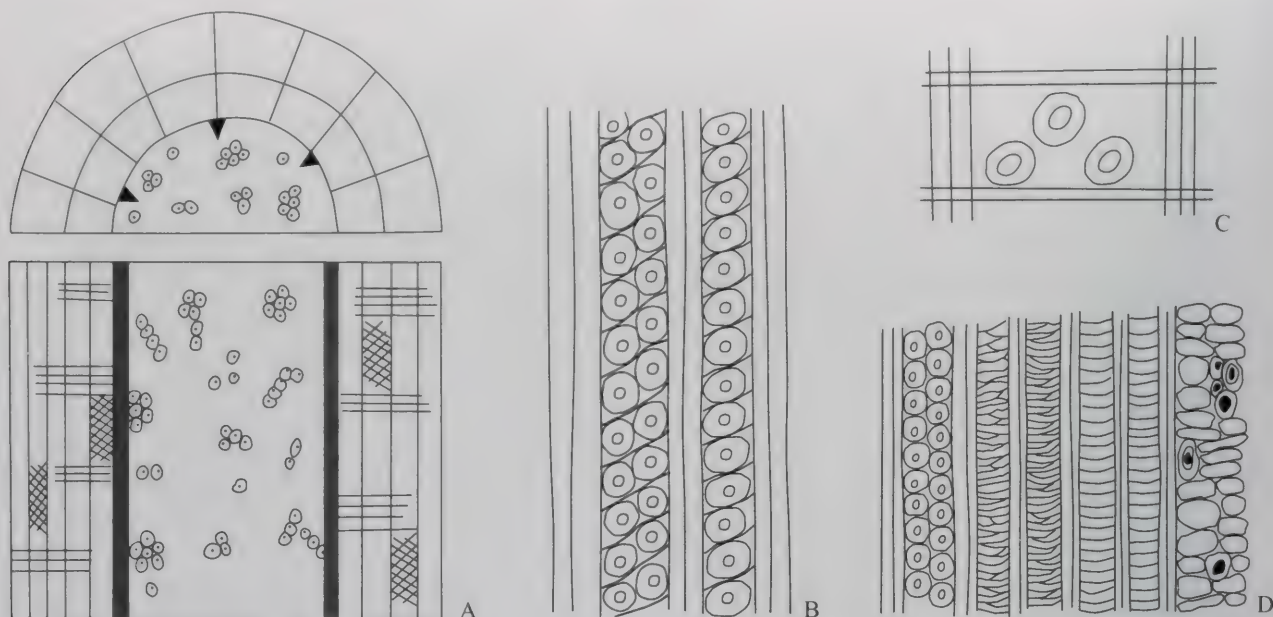
图版3-29 内蒙古硬壁螺纹木 *Sclerospiraxylon neimongolense* Zhang, et al.



A-D. 横切面, A. 示生长轮和假轮, $\times 5.4$; B. 示髓, 异质; 初生木质部和次生木质部, $\times 68$; C. 示生长轮和木射线, $\times 29$; D. 示不规则的椭圆形的髓、初生木质部、次生木质部和生长轮, $\times 6.8$, 标本编号: N11-a; E-F. 径切面, E. 髓中硬壁细胞和硬壁细胞群的排列, $\times 12$; F. 髓和初生木质部(左侧), $\times 6.8$, N11-b; G. 径切面, 示交叉场纹孔, $\times 585$ 。标本编号: N10-a。(标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图版3-30 内蒙古硬壁螺纹木 *Sclerospiraxylon neimongolense* Zhang et al.

A-F. 径切面, A. 示管胞径向壁具缘纹孔和螺旋加厚, $\times 312$; 标本编号: N11-d; B. 示后生木质部中管胞具网纹加厚, $\times 312$; 标本编号: N11-e; C. 径切面, 示髓(右侧), 初生木质部(原生木质部、后生木质部(中部)和次生木质部(左侧)), $\times 67$; 标本编号: N11-e; D-E. 示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔, D-E $\times 312$, F $\times 156$; 标本编号: N11-e; G. H. 弦切面, G. 示单列木射线, $\times 62$; H. 示管胞弦向壁具孔, 单列木射线、螺旋加厚和木薄壁细胞, $\times 156$; 标本编号: N12-b (标本与薄片保存于北京地质矿产研究所)

插图3.1 *Sclerospiraxylon neimongolense* Zhang et al.

A 示髓、初生木质部、次生木质部和木射线；B 示径壁纹孔和螺旋加厚；C 示交叉场纹孔柏木型；D 示髓中薄壁细胞、硬壁细胞（右）和初生木质部管胞中的梯纹加厚（中）及次生木质部管胞中的径壁纹孔和螺旋加厚（左）

2006 *Sclerospiraxylon neimongolense* Zhang et Zheng.

特征：密木型，同质木材，次生木质部显示清楚的生长轮。髓，异质，不规则的椭圆形，大小为 4×3 mm；髓的硬壁细胞，分散在薄壁组织的基本组织中，并排列成不同方向的短行或密集成群。每个硬壁细胞，略呈圆形或不规则的多角形，直径为 $50 \sim 160 \mu\text{m}$ 。初生木质部内始式， $4 \sim 6$ 个管胞宽，在横切面中，管胞呈圆形或椭圆形。在纵切面中，原生木质部管胞具有螺旋加厚，后生木质部管胞具有梯纹纹孔。生长轮的宽度是变化的，宽约 $0.5 \sim 4$ mm。有时有假轮存在。早材带较宽，在横切面上，管胞略呈圆形或多角形，大小约为 $20 \times 20 \mu\text{m} \sim 35 \times 45 \mu\text{m}$ ；晚材带较窄， $5 \sim 8$ 个细胞宽，在径切面上，细胞被微微压扁，具有较厚的壁和较窄的腔，大小为 $10 \times 20 \mu\text{m} \sim 20 \times 40 \mu\text{m}$ 。径向管胞壁，显示单列至双列（多数单列）具缘纹孔，当单列时，纹孔相互接触并微微压扁；当双列时，纹孔互生，呈多角形，通常大小为 $15 \times 20 \mu\text{m}$ 。纹孔口为卵圆形， $3 \sim 4 \mu\text{m}$ 宽。在管胞的弦向壁上，具缘纹孔单列，较小，圆形，直径约 $9 \sim 10 \mu\text{m}$ ；纹孔口为卵圆形， $2 \times 3 \mu\text{m}$ 大小。次生木材管胞具有紫杉式第三层螺旋加厚，顺时针或逆时针，以 $70^\circ \sim 80^\circ$ 度角，同管胞的纵向壁相交，螺旋在具缘纹孔之上或纹孔之间通过。木射线单列， $1 \sim 25$ （多数 $5 \sim 10$ ）个细胞高，射线细胞为圆形至椭圆形，偶尔为具圆角的长方形，大小为： $10 \times 10 \mu\text{m} \sim 10 \times 20 \mu\text{m}$ 。在径切面中，射线细胞呈棱形，并在末端的壁上加厚。交叉场纹孔，柏木型，每场 $2 \sim 5$ 个，圆形—椭圆形，大小约 $5 \times 8 \mu\text{m}$ ；纹孔口为椭圆形，大小约 $2 \times 4 \mu\text{m}$ 。

产地与层位：中国内蒙古西乌珠穆沁旗猴头庙乡；中二叠统哲斯组。

中国古螺旋木属 *Sinopalaeospiroxylon* Zhang, Wang, Zheng, Yang, Li, Fu et Li, 2006

模式种：*Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al. 2006

属征：密木型同质木材，显示不明显的生长轮；髓部和初生木质部不明。第三层螺旋加厚和具缘纹孔存在于次生木材管胞的径向壁和弦向壁上。纹孔单列至多列，不接触，接触或拥挤成群，互生或对生。交叉场纹孔少至多，具缘，不接触或接触；木射线总是单列，射线细胞的水平壁具有冷杉式壁孔，端壁具有节状加厚。

讨论：在仅有次生木质部的已知属中，*Sinopalaeospiroxylon* 同产于印度二叠纪的 *Paropalaeospiroxylon* Pant et Singh (1987) 属，在有一个接触，互生（南洋杉式）和不接触、对生（四对式）纹孔式的联合方面非常相似。但是，两者在许多特征方面区别是明显的。譬如，当前标本射线细胞的水平壁上具有冷杉式小壁孔，端壁上具有节状加厚。这些特征在后者中是根本不存在的。其次，在中国属的径向壁上，具缘纹孔可达4列，而印度属的径向壁纹孔最多只有3列。另一个化石木材同 *Sinopalaeospiroxylon* 相似的属，是产于匈牙利二叠纪的 *Baieroxylon* Greguss (1961)。匈牙利的木材属也没有髓部和初生木质部被保存，它的次生木材管胞的径向壁纹孔式同样有一个南洋杉式、冷杉式和紫杉式第二层螺旋加厚的三重联合。特别是在径切面中，管胞在射线细胞的上方或下方常常弯曲成弓形，这两个属，更为相像。但是它们之间的区别是不容忽视的。例如，*Baieroxylon* 属的第三次螺旋是呈现较宽的板状，管胞径壁上的具缘纹孔仅有1~2列，交叉场纹孔总是被限定在一个椭圆—“宽孔”形的交叉场中，而且射线细胞的水平壁是不具孔的。因此它们不可能归入同属。在晚古生代的木材中，还有一个产自非洲二叠纪的 *Abietopitys* Krausel (1928)，它的射线细胞的水平壁和弦向壁是具有冷杉式小孔的，但在它的木材圆筒中是保存有髓的，并有中始式的初生木质部。所以它与本属是截然不同的。

时代与分布：石炭—二叠纪；中国内蒙古，辽宁。

宝力格庙中国古螺纹木 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang, Wang, Zheng, Yang, Li, Fu et Li.
(图版3-31 ~ 3-32, 插图3.2)

2006, *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al.

特征：生长轮存在，但不很清楚，早材带较宽，管胞的横切面略圆或椭圆，有时为多角形， $40 \times 50 \mu\text{m} \sim 60 \times 70 \mu\text{m}$ 大小。晚材带窄，大约6~7个细胞宽，管胞在径向上被微微压扁， $25 \times 40 \mu\text{m} \sim 30 \times 60 \mu\text{m}$ 大小。在径向和弦向壁上，具缘纹孔1~3列，接触或分离，有时密集成群，互生或对生，略圆或椭圆形，

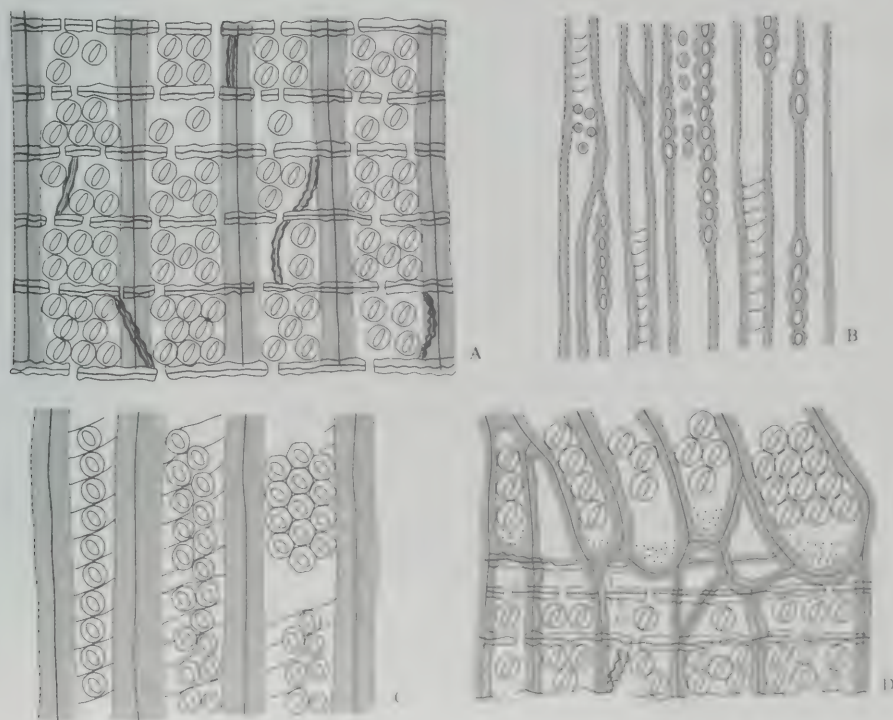
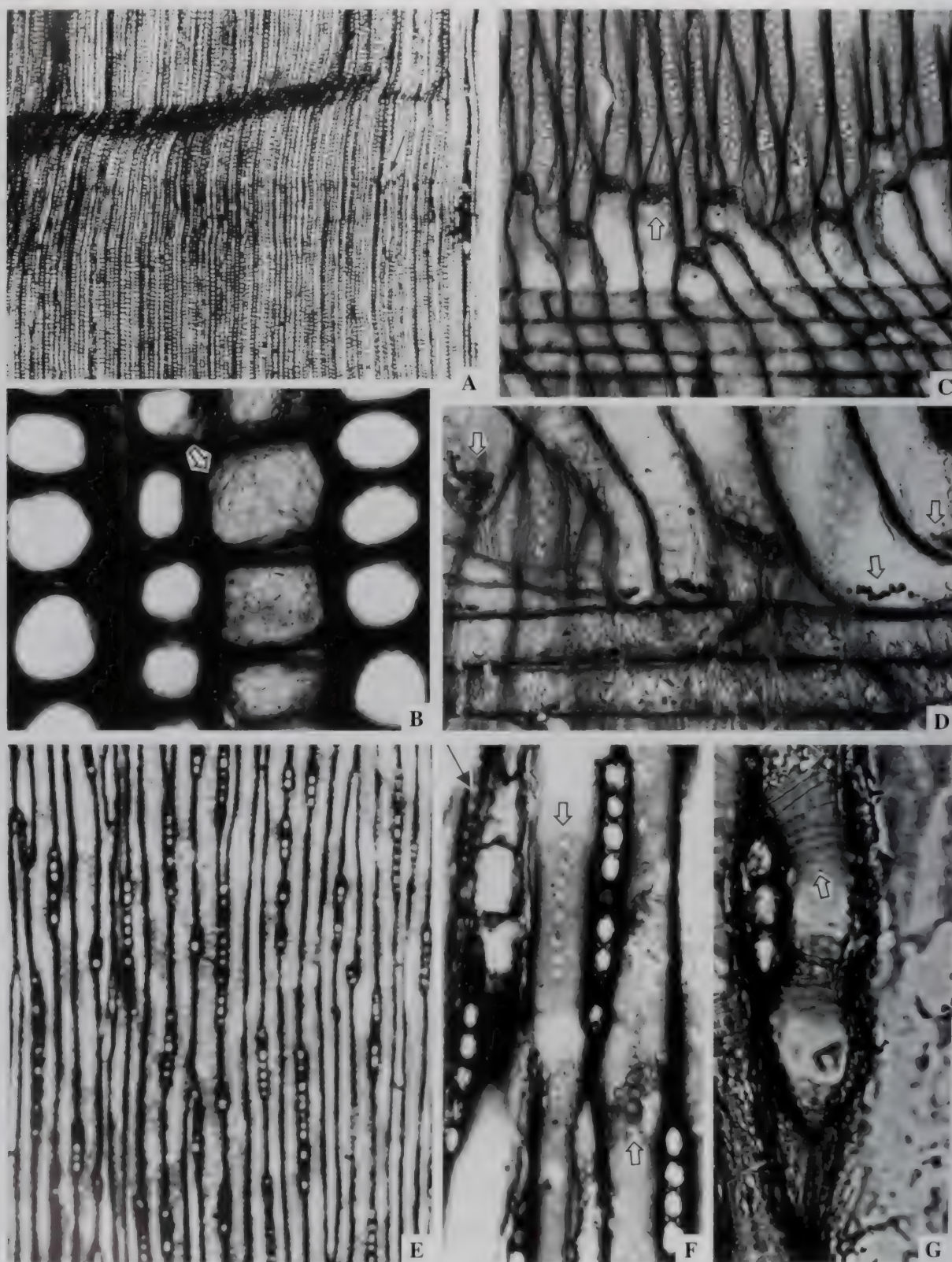


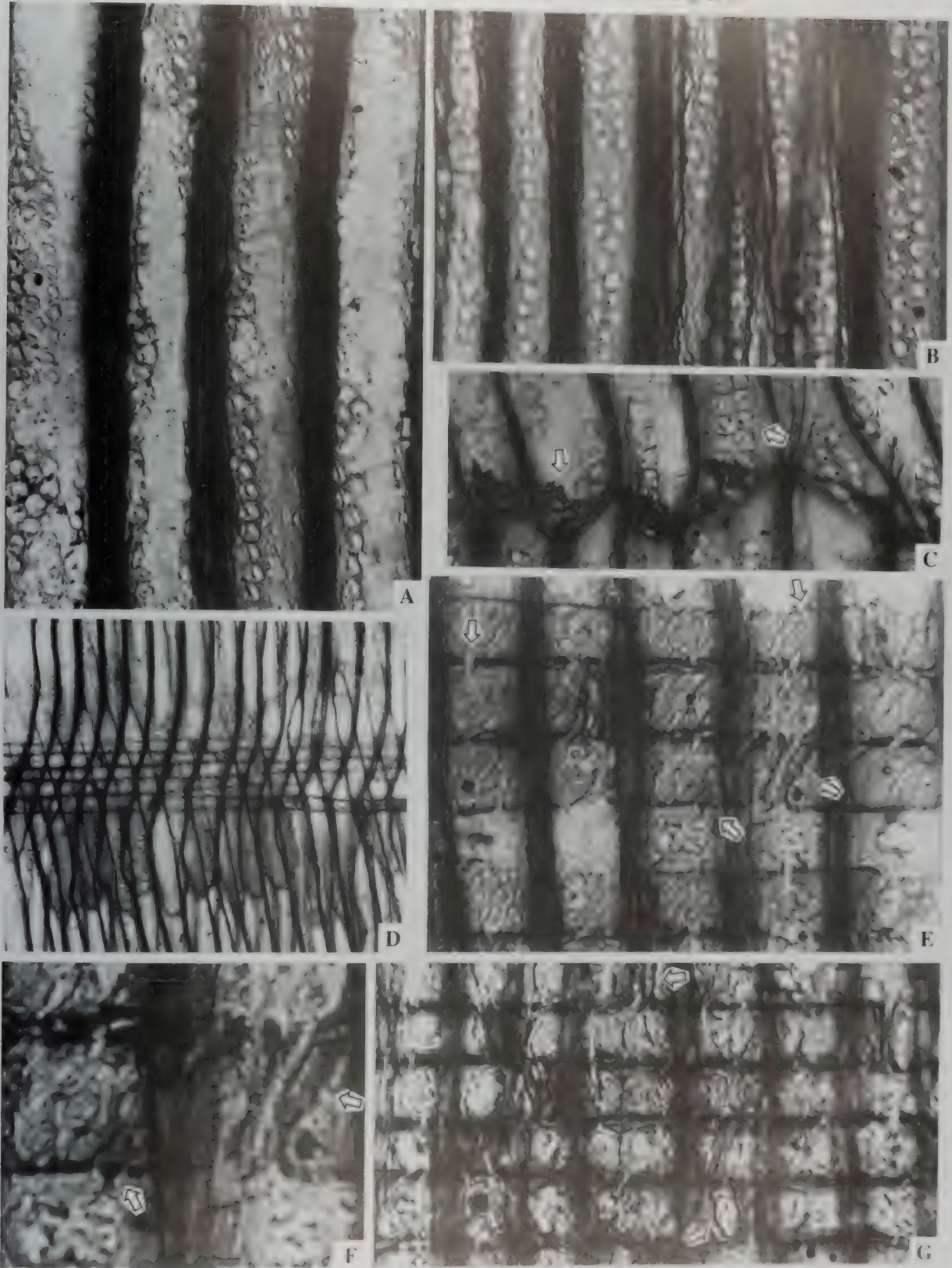
插图3.2 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al.

A 径切面，示交叉场纹孔；B 弦切面，示射线、弦壁具孔和螺旋加厚；C 径切面，示径壁纹孔和螺旋加厚；D 径切面，示径壁纹孔、交叉场纹孔和射线细胞水平壁具孔，端壁具节状加厚。

图版3-31 宝力格庙中国古螺旋纹木 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al.

A-B. 横切面, A. 示微弱的生长轮, $\times 18$; B. 示木薄壁细胞端壁具孔 (空心箭头), $\times 350$; C-D. 径切面, 示管胞末端和交叉场中暗色晶砂 (空心箭头), C $\times 175$, D $\times 350$; E-G. 弦切面, E-F. 示单列木射线、管胞具缘纹孔 (空心箭头) 和木薄壁细胞 (黑色箭头), $\times 350$; G. 示管胞壁上的螺旋加厚, $\times 35$; 标本编号: 3P2H4-2a-d. (标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图版3-32 宝力格庙中国古螺旋纹木 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* Zhang et al.



A-B. 径切面, 示管胞径向壁纹孔和第三层螺旋纹加厚, $\times 350$; C. 示管胞壁上的方形管胞末端中的黑色晶砂(箭头), $\times 350$; D. 示管胞末端圆形管胞面, $\times 175$; E-G. 径切面, 示交叉层纹孔和纤维层的水平壁及端壁具孔, E, G $\times 350$, F $\times 650$; 标本编号: 3P2H4-2b (标本和薄片保存于沈阳地质矿产研究所)。

但纹孔的接触边为多角形, 大小约 $10 \times 10 \mu\text{m} \sim 9 \times 11 \mu\text{m}$, 具有圆形或椭圆形的纹孔口, 大小约 $5 \sim 7 \mu\text{m} \times 8 \sim 10 \mu\text{m}$, 第三层螺纹加厚是单向的, 很细, 由纹孔之上或纹孔之间通过, 螺纹的倾斜度很小, 在纵向上同管胞壁大约以 $60^\circ \sim 70^\circ$ 度角相交, 顺时针。木射线单列, 稀局部双列, $1 \sim 17$ 个细胞高。交叉场纹孔南洋杉式, 每场 $1 \sim 9$ (通常 $2 \sim 6$) 个, 卵圆形或椭圆形, 大小约 $7 \sim 8 \mu\text{m} \times 9 \sim 10 \mu\text{m}$, 纹孔口为椭圆形, 大小约 $4 \times 8 \mu\text{m}$ 。射线细胞的水平壁具有冷杉式小壁孔并在端壁上具有节状加厚。木薄壁组织存在。

产地与层位: 内蒙古苏尼特左旗; 上石炭统, 宝力格庙组。

南票中国古螺纹木 *Sinopalaespiroxylon naniaense* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-33 ~ 3-34)

全型: GJ6-22

词源: 种名是来自标本产地——南票的汉语拼音: nania 加词尾。

产地: 辽宁省锦西, 南票煤矿。

层位: 下二叠统, 太原组。

特征: 次生木质部南洋杉式, 无明显生长轮, 管胞径向壁纹孔南洋杉式、冷杉式, $1 \sim 3$ 列, 管胞径向壁具有两种螺纹加厚, 即一种低角度的、细的、线形螺纹和另一种粗的、大角度的第三层螺纹加厚; 管胞弦向壁具孔; 交叉场纹孔主要为杉木型和柏木型, 少数云杉型, 每场 $1 \sim 4$ 个; 木射线 $1 \sim 2$ 列, 射线细胞水平壁和端壁具孔; 木薄壁组织细胞丰富。

描述: 次生木质部为密木型同质木材。横切面: 生长轮缺乏; 管胞为方形或不规则多角形, 管胞密度为 420 个/ mm^2 , 形态和大小多变, 排列不整齐, 一般大小为 $30 \times 40 \mu\text{m} \sim 70 \times 80 \mu\text{m}$ 。径切面: 管胞径向壁纹孔 $1 \sim 3$ 列, 单列时为圆形分离或紧挤, 微呈扁圆形; $2 \sim 3$ 列时互生, 多数紧挤, 呈多角形或微微分离的圆形, 纹孔直径 $15 \times 15 \mu\text{m} \sim 15 \times 20 \mu\text{m}$; 纹孔口为椭圆形或圆形, 宽窄不等、方向不一致, 大小约 $5 \times 10 \mu\text{m} \sim 6 \times 6 \mu\text{m}$; 管胞径向壁具有两种螺纹加厚: 一种为低角度的、细线形的 (图版3-33, B, E); 而另一种是较粗的、大角度的第三层螺纹加厚 (图版3-33, D); 前者为近水平伸展, 后者与管胞壁呈 45° 交角, 有时为顺时针和逆时针两组交叉; 交叉场纹孔变化较大, 每场多为 $1 \sim 2$ 个, 少数边缘为 $3 \sim 4$ 个, 主要为杉木型和柏木型, 少数云杉型, 排列成 $1 \sim 2$ 横列, 纹孔大小为 $10 \times 15 \mu\text{m}$, 孔口圆形或椭圆形, 大小为 $8 \times 8 \mu\text{m} \sim 10 \times 5 \mu\text{m}$ 。在径切面中, 射线细胞水平壁和端壁具有少量纹孔。木薄壁组织细胞丰富。弦切面: 木射线密度为 34 条/ mm^2 , 多数单列, 部分细胞双列 (少于 10%), $1 \sim 11$ 个细胞高, 个别的可达 22 个细胞高; 射线细胞以圆形至椭圆形为主, 部分呈扁圆形, 大小为 $20 \times 25 \mu\text{m} \sim 30 \times 40 \mu\text{m}$ (图版3-33, B; 图版3-34, A)。管胞弦向壁具有较小的、单列的具缘纹孔, 圆形—椭圆形, 大小为 $15 \times 12 \mu\text{m} \sim 15 \times 15 \mu\text{m}$, 孔口大小为 $7 \times 7 \mu\text{m} \sim 5 \times 10 \mu\text{m}$ 。

讨论与比较: 新种以管胞径向壁具缘纹孔为南洋杉式与冷杉式联合, 具有粗、细两种螺纹加厚, 交叉场纹孔主要为杉木型和柏木型, 管胞弦向壁具孔, 射线细胞水平壁和端壁具孔, 木薄壁组织细胞丰富等为特色。它与属型种 *S. baoligemiaoense* Zhan et al. 的区别是新种交叉场纹孔数量比较少, 偶尔还出现类似云杉型纹孔, 管胞径向壁局部出现粗的螺纹加厚, 木射线相对较高, 密度较大。

平泉中国古螺纹木 (新种) *Sinopalaespiroxylon pingquanense* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-35 ~ 3-36)

全型: GJ6-3

词源: 种名来自标本产地的汉语拼音pingquan。

产地: 河北省平泉县松树台山弯子。

层位: 中二叠统, 山西组

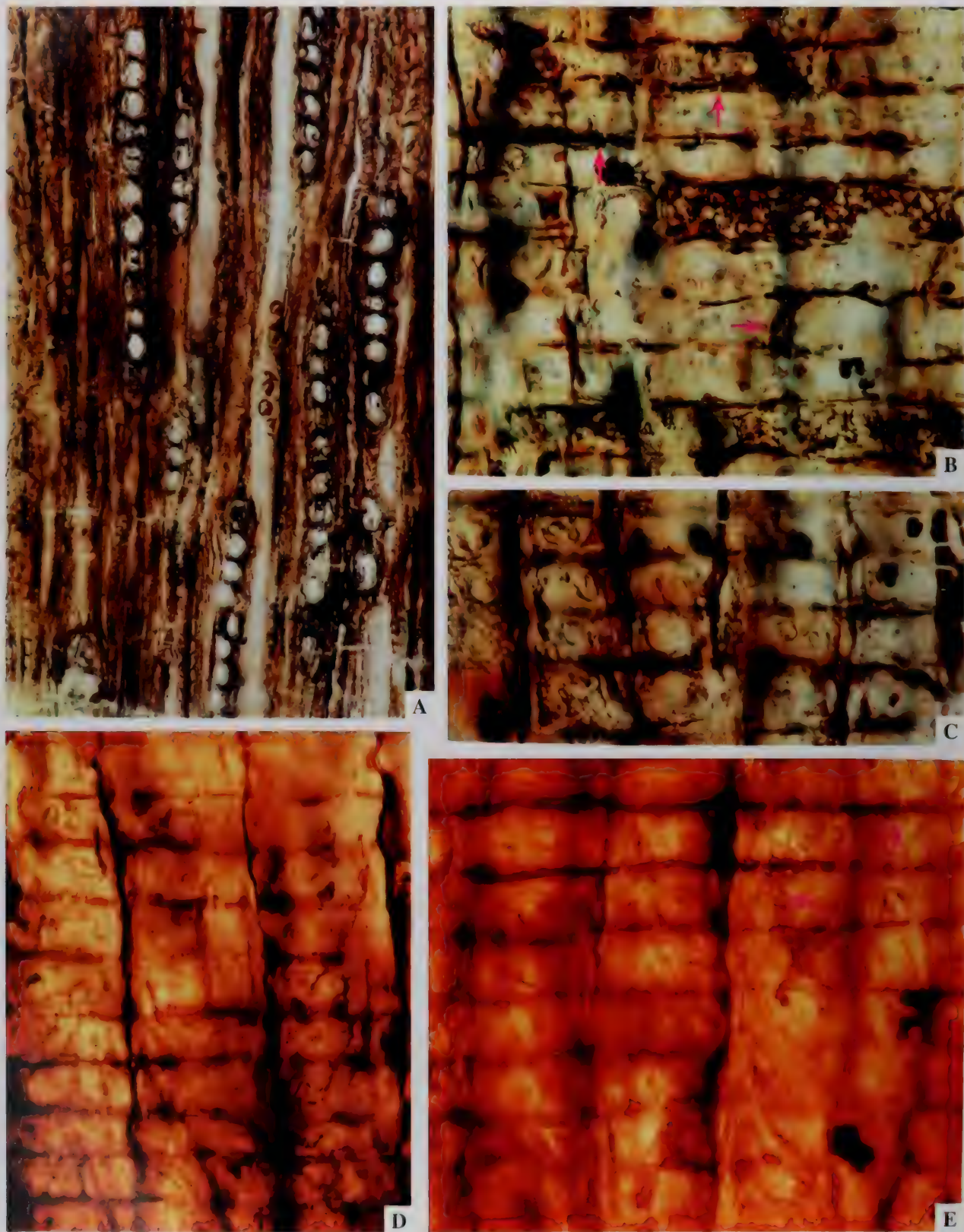
特征: 同质、密木型次生木质部, 生长轮缺乏; 管胞径向壁具有第三层螺纹加厚和 1 至多列具缘纹孔, 分离或接触, 互生或对生; 交叉场纹孔具缘 (柏木型), 每场 $1 \sim 3$ 个, 分离或接触; 木射线同质、单列。木薄壁组织细胞稀疏存在。

描述: 密木型同质次生木质部木材。横切面: 生长轮缺乏, 管胞密度为 345 个/ mm^2 , 管胞为圆形、方

图版3-33 南票中国古螺旋纹木 *Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense* Zhang et Zheng sp. nov.

A. 横切面，示管胞形态轮廓及不整齐排列， $\times 66$ ；B. 径向切面，示射线，偶尔双列木射线， $\times 165$ ；C—F. 径切面，C. 示管胞径向壁单列纹孔；D. 示管胞径向壁圆形至多角形且缘纹孔及两组交叉的螺旋加厚， $\times 165$ ；E. 示轴向木薄壁组织， $\times 71$ ；F. 示管胞径向壁两列互生的多角形具缘纹孔， $\times 329$ ；标本编号：GJ6-22（标本与薄片保存在沈阳地质研究所）。

图版3-34 南票中国古螺纹木 *Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense* Zhang et Zheng sp. nov.



A. 弦切面，示单列木射线和弦壁具孔， $\times 175$ ；B-E. 径切面，示交叉场纹孔柏木型、云杉型，多数1~2个，射线细胞的水平壁和端壁具孔（箭头），有的射线中充填深色物质， $\times 350$ ，标本编号：GJ6-22（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

图版3-35 平泉中国古螺纹木 *Sinopalaeosporoxylon pingquanense* Zhang et Zhang sp. nov.

A. 横切面，示管胞形态轮廓和生长轮线， $\times 66$ ；B. 径向切面，示管胞射线， $\times 66$ ；C-D. 切面，示管胞径壁具缘纹孔1~2列，圆形，分离式柱形和狭型螺旋加厚，C $\times 165$ ，D $\times 329$ （标本编号：G16-3（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所））

图版3-36 平泉中国古螺旋纹木 *Sinopalaeospiroxylon pinquanense* Zhang et Zheng sp. nov.



A-D. 径切面, A. 示管胞径向壁纹孔1~2列, 圆形—多角形, $\times 170$; B-D. 示管胞径向壁纹孔和交叉场纹孔, 每场1~4个或更多, 杉木型、柏木型, 射线细胞水平壁具孔和端壁具节状加厚(箭头), $\times 340$ (标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

形或不规则多角形,一般大小为 $50 \times 50 \mu\text{m} \sim 60 \times 60 \mu\text{m} \sim 50 \times 80 \mu\text{m} \sim 80 \times 90 \mu\text{m}$ 。横切面:管胞径向壁纹孔1~3列,单列时圆形分离或紧挤,呈扁圆形;多列时紧挤,互生或微错分离,大小为 $15 \times 10 \mu\text{m} \sim 15 \times 25 \mu\text{m}$,孔口圆形—椭圆形,大小 $6 \times 6 \mu\text{m} \sim 2 \times 5 \mu\text{m}$ 。管胞径向壁局部有较粗的—单壁双的螺旋加厚,与管胞径向壁呈 45° 交角。交叉场纹孔具缘(柏木型),每场1~3个,排列成1~2纵列,纹孔为圆形—椭圆形,大小 $10 \times 10 \mu\text{m} \sim 20 \times 20 \mu\text{m}$ 或 $12 \times 15 \mu\text{m} \sim 10 \times 16 \mu\text{m}$,孔口圆形—椭圆形,大小 $2 \times 5 \mu\text{m} \sim 6 \times 6 \mu\text{m}$ 。射线细胞的水平壁和端壁部分具孔。轴向木薄壁组织细胞偶尔存在。弦切面:木射线单列,平均密度为24条/ mm^2 ,多数高1~12个细胞,个别高达16个细胞,射线薄壁细胞为圆形至椭圆形,大小为 $15 \times 15 \mu\text{m} \sim 10 \times 10 \mu\text{m}$ 或 $10 \times 20 \mu\text{m} \sim 10 \times 25 \mu\text{m}$ 。弦向壁无孔。

讨论与比较:新种在管胞径向壁纹孔式、第三层螺旋加厚、射线细胞水平壁和端壁具孔及交叉场纹孔类型等特征方面与上述属型种 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense* 有些相似,但新种的交叉场纹孔比较少,仅为1~3个,两者区别明显。新种与 *Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense* 也有些相似,区别在于前者在横切面中,管胞的密度较大,排列规则,以多角形为主(图版3-35, A),木射线的密度也相差很大,后者木射线密度仅有34条/ mm^2 ,射线细胞中经常有棕色物质充填,弦向壁具孔。新种与印度二叠纪的 *Parapalaeospiroxylon burmundiaensis* Pant et Singh (Pant and Singh, 1987, p.38-42) 也略可比较,但印度的种,射线细胞水平壁和端壁无孔,木薄壁组织细胞不存在。

斯氏木属 *Szeioxylon* Wang, Jiang et Qin, 1994

模式种: *Szeioxylon xuzhouense* Wang, Jiang et Qin, 1994

属征:密木型次生木质部,管胞沿径向排列整齐。生长轮不发育,无树脂道及轴向木薄壁组织。管胞径向壁具2至多列具缘纹孔,纹孔近圆形或六角形,互生(偶为近对生),紧挤或略分离,均匀、不间断地分布于整个管胞径向壁上。射线异型,由射线管胞和射线薄壁细胞构成。射线薄壁细胞水平壁及弦向壁均无孔。交叉场具数个斜的窄卵形具缘纹孔。射线单列至多列。

讨论与比较:该属的突出特点是有射线管胞存在,但在 *Desmoporoxyton* Lepekhina et Yatsenko-Khmelevsky (Lepekhina et al., 1966; Lepekhina 1972, p.65) 属的交叉场中也有射线管胞存在,这一特点与本属是相似的,不过后者的径向壁纹孔是成群的。

时代与分布:二叠纪;中国山西,辽宁。

短射线斯氏木 *Szeioxylon exiguradiense* Zhang et Zheng sp. nov. (图版3-37, A-D)

全型: GJ6-30

词源:新种名源自射线比较短的形态特征之拉丁文:短(exigu)射线(radi)+词尾ens

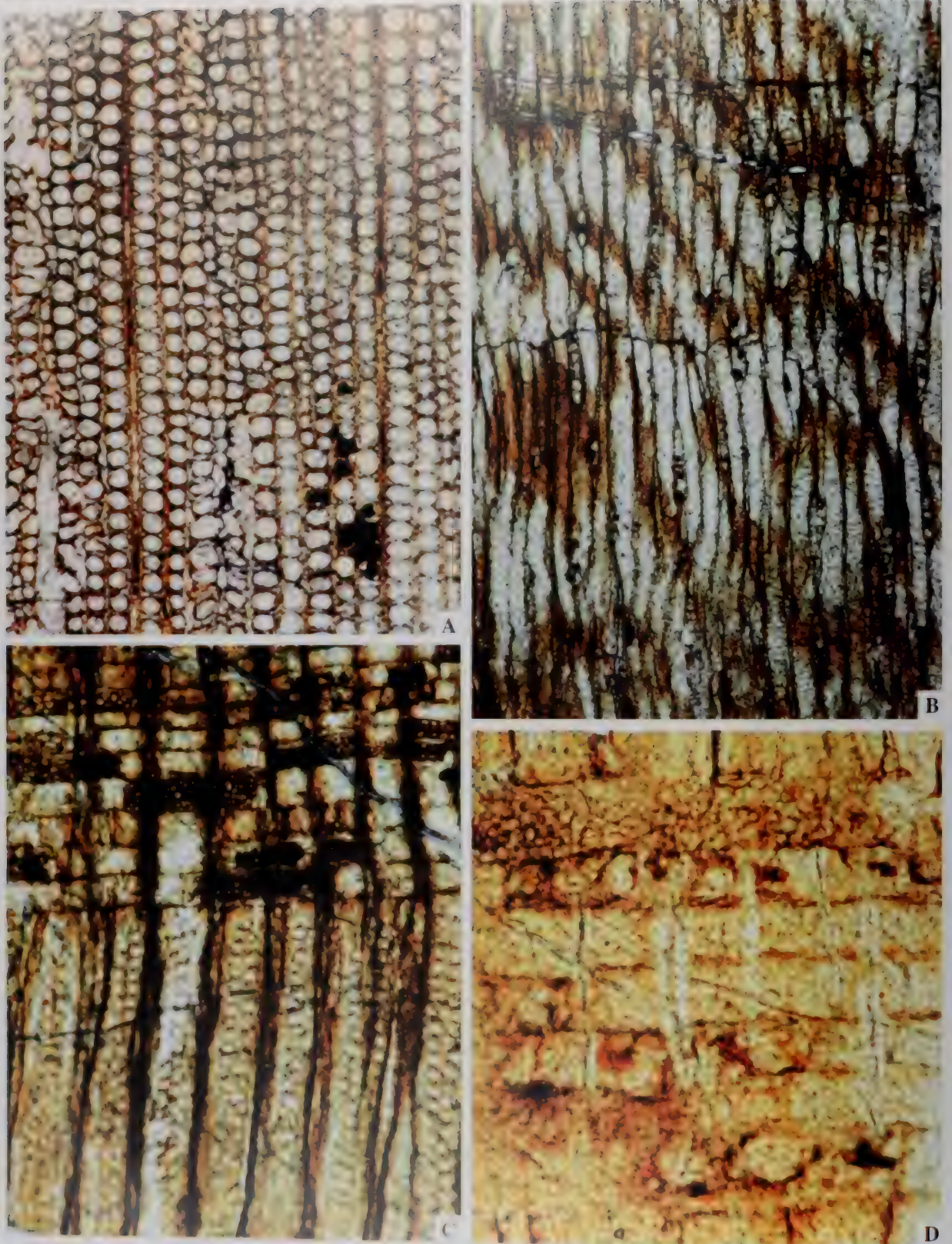
产地:辽宁省朝阳市薛台子煤矿。

层位:下二叠统,太原组。

特征:次生木质部南洋杉式,管胞横截面为圆形,沿径向排列整齐。生长轮不发育,无树脂道及轴向木薄壁组织。管胞径向壁具2~4列具缘纹孔,纹孔近圆形或六角形,互生(偶为近对生),紧挤或略分离,均匀地、不间断地分布于整个管胞径向壁上。射线异型,由射线管胞和射线薄壁细胞构成。交叉场具数个斜的窄卵形具缘纹孔。射线以单列为主,偶有2个细胞并列。

描述:标本表面为黑色,次生木质部南洋杉式,呈圆柱形,直径10 cm左右,生长轮缺乏;管胞横切面为圆形,个别由于挤压而微有变形,沿径向排列整齐,管胞直径 $40 \sim 60 \mu\text{m}$ 左右,胞间隙存在;管胞径向壁纹孔2~4列,多数2~3列,纹孔近圆形至六角形,互生,偶为近对生,紧挤或略分离,均匀而不间断地分布于整个管胞径向壁上,纹孔大小约 $12 \times 15 \mu\text{m}$,孔口为斜椭圆形,大小为 $5 \times 8 \mu\text{m}$,管胞末端有时弯曲或显侵入生长现象。木射线异型,由射线管胞和射线薄壁细胞构成,以单列为主,偶有局部2个细胞双列,平均24条/ mm^2 ,多数高2~7个细胞,个别为1个或8~11个,射线薄壁细胞在弦切面中,形态各异,呈扁圆形、方形及不规则的多角形,而薄的细胞为三角形,大小一般为 $20 \times 25 \mu\text{m}$ 、 $30 \times 18 \mu\text{m} \sim 30$

图版 1013: 旋枝铁线蕨木 *Serratolena eximiosa* (Zhang et Zheng) sp. nov.



A. 横切面，示管胞横切面为椭圆形，无纹孔， $\times 30$ ；B. 径切面，示单列射线， $\times 70$ ；C-D. 径切面，示管胞及纤维等，无纹孔， $\times 175$ ，D. $\times 350$ 。
 标本编号：JG6630（材料与薄片均存中国科学院植物研究所）。

× 35 μm, 射线细胞经常被棕色物质充填, 射线细胞径向水平壁和端壁, 光滑; 射线管胞常具网状加厚和大的, 具缘的或不具缘的纹孔, 大小为15 × 20 μm; 交叉场纹孔一般保存不好, 个别地方可见, 似为较大的简单纹孔, 每场1~3个或更多, 窄的斜卵形, 大小约10 × 25 μm, 孔口为窄椭圆形, 大小为5 × 15 μm左右。树脂道及木薄壁组织未见

讨论与比较: 新种在径向壁具缘纹孔的形态、木射线管胞存在及交叉场纹孔等特点方面与 *Szeioxylon* 的属型种是很相似的。但属型种的射线细胞以圆形为主, 高20个细胞以上者占一定比例, 少数可达45个, 局部双列者所占比例达30%, 而我们的标本经过近百条木射线的统计: 90%的射线高度在2~7个细胞, 极个别最高可达11个细胞, 双列射线不存在, 局部2个细胞双列也仅在10%左右。由于2者射线细胞的形态特征差异很大, 所以当前标本被定为新种。

徐州斯氏木 *Szeioxylon xuzhouense* Wang, Jiang et Qin, 1994 (图版3-38, A-H)

1994 *Szeioxylon xuzhouense* Wang, Jiang et Qin, 195页, 图版I, 1~8; 图版II, 1~8。

特征: 管胞大, 直径81 × 93 μm, 径向壁具2~5列(多为3~4列)具缘纹孔, 多为近圆形, 略分离, 少数为近六边形, 紧挤; 纹孔多为互生, 偶为对生。管胞末端常见侵入生长现象。射线管胞次生壁具网状纹饰。交叉场具2~4个斜的窄卵形具缘纹孔, 排成1~2横列。射线高1~45个细胞以上, 以2~8个者多见, 但20个以上者也较常见。射线多为多列, 局部双列者也较常见。射线细胞多具深褐色内含物。

产地与层位: 江苏徐州煤田; 下二叠统太原组。

伏脂杉型木属 *Walchiopremnon* Florin, 1940

模式种: *Walchiopremnon valdojolensis* (Moougeot) Florin, 1940。

属征: 次生木质部南洋杉型, 生长轮存在或缺乏; 初生木质部内始式。管胞径向壁纹孔1~2列, 多数1列; 无轴向木薄壁组织; 交叉场纹孔1~3个。髓部由薄壁细胞、厚壁细胞和分泌细胞组成。分泌细胞长, 垂向生长。厚壁细胞个体较大, 常单独出现; 髓腔有时具横隔。

时代与分布: 二叠纪; 法国, 美国新墨西哥州, 中国贵州。

高氏伏脂杉型木 *Walchiopremnon gaoi* Tian, Hu et Zhao, 1993 (图版3-39, A-I)

1993 *Walchiopremnon gaoi* Tian, Hu et Zhao, 页118~126, 图版2-3。

2000 *Walchiopremnon gaoi* Tian et al., 王世俊, 页431。

特征: 木材圆筒具髓、初生木质部和次生木质部。髓小, 由薄壁细胞、厚壁的薄壁细胞和分泌细胞

组成。薄壁细胞的形状和大小变化较大, 连续分布于整个髓腔; 单个厚壁细胞和分泌细胞常呈两端尖凸的伸长椭球状或细长的圆柱形, 其分布和排列不规则, 大部分呈直立状态; 厚壁细胞常较大, 厚壁细胞和分泌细胞也常成群出现或组成细胞团分布于薄

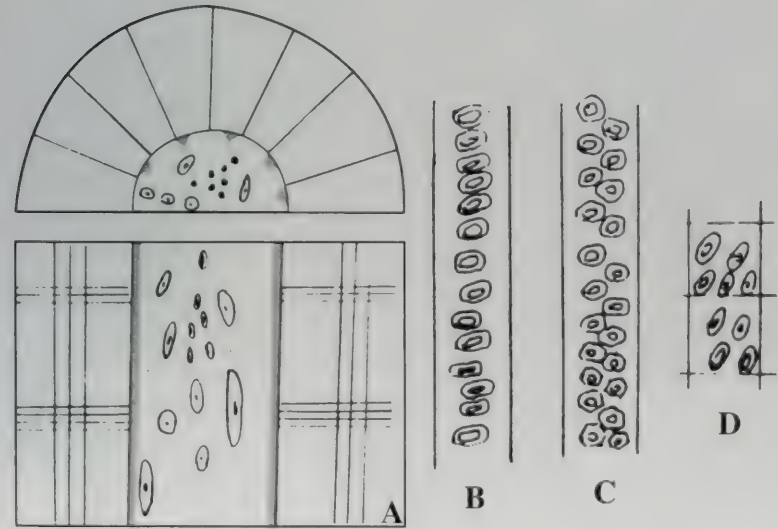
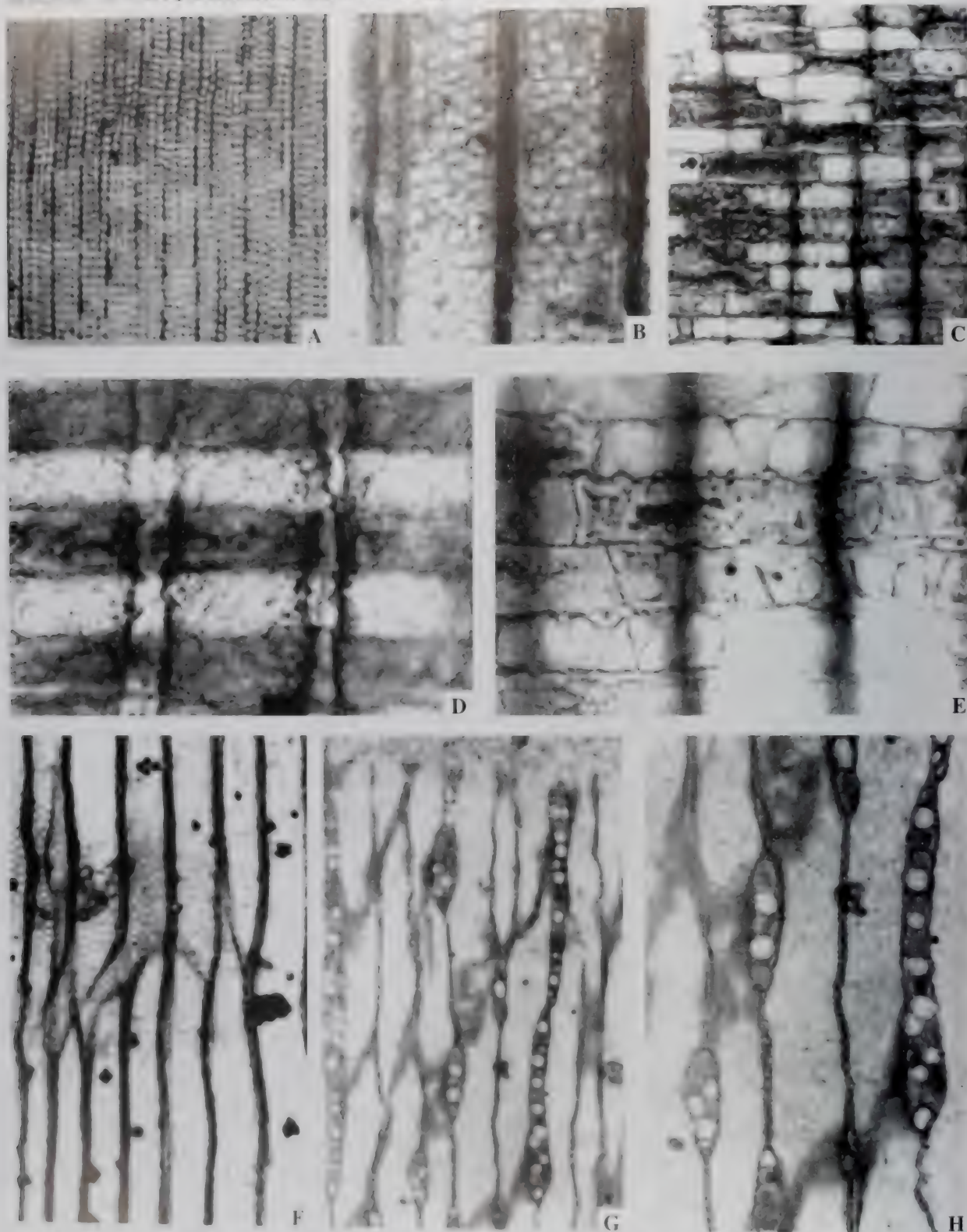
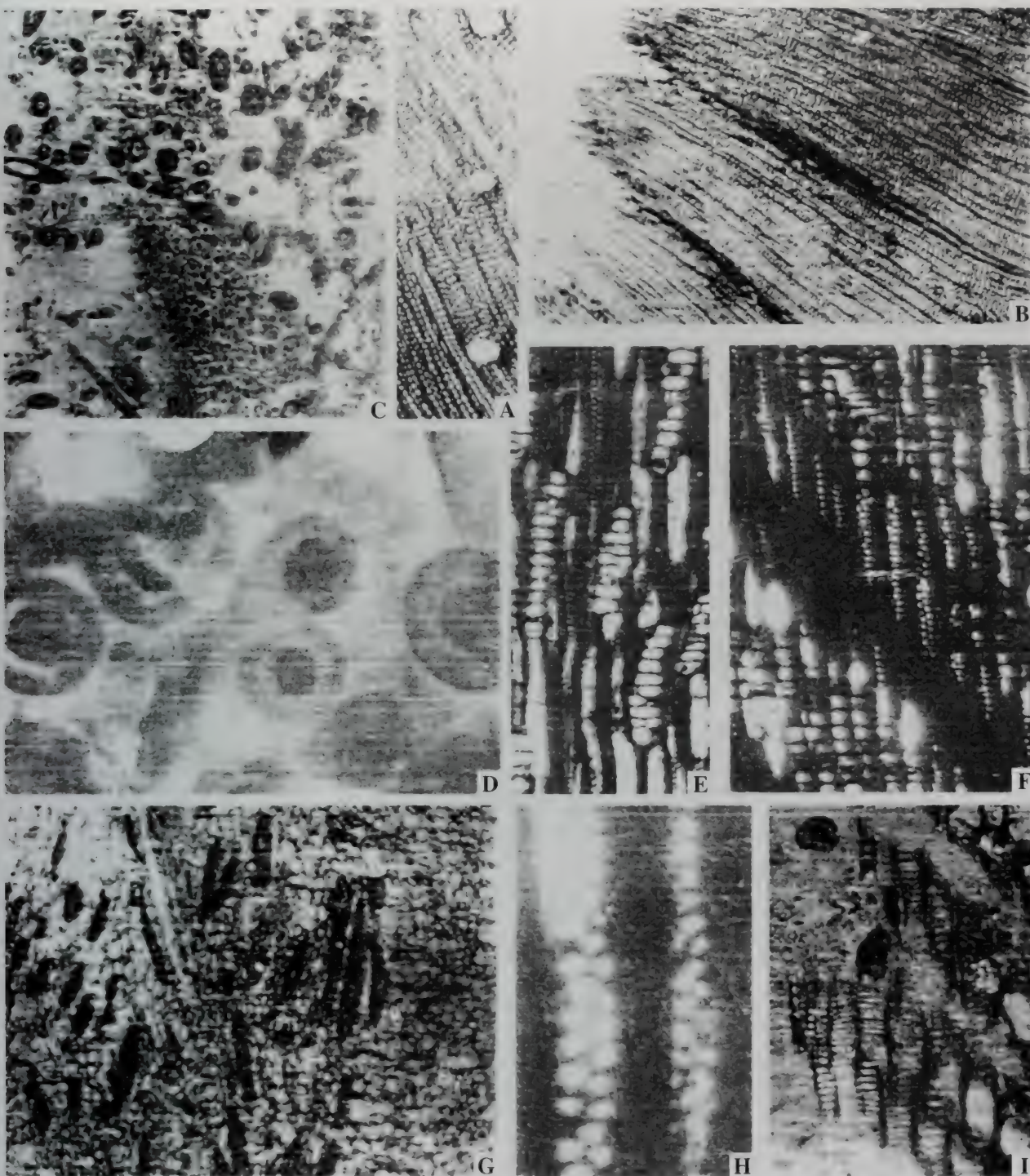


插图4.3 *Walchiopremnon gaoi* Tian, Hu et Zhao构造示意图

A横切面和径切面, 示髓、初生木质部、次生木质部和髓中的硬壁细胞、分泌细胞; B次生木质部管胞, 径壁纹孔单列; C次生木质部管胞, 径壁纹孔双列; D交叉场壁孔



A. 茎纵切面，示中轴和叶迹排列，生长幼嫩处， $\times 13$ ；B. 茎纵切面，示管胞径向壁具缘纹孔多列，圆形，略分离， $\times 200$ ；C. 茎纵切面，示叶迹管胞在叶迹中排列与（箭头所指）， $\times 104$ ；D. 茎纵切面，示交叉场具缘纹孔， $\times 100$ ；E. 茎纵切面，示薄壁组织加厚叶迹管胞， $\times 356$ ；F. 茎纵切面，示管胞末端的侵入生长现象， $\times 440$ ；G. H. 茎纵切面， $\times 64$ ，H. 茎纵切面， $\times 112$ 。

图版3-39 高氏伏脂杉型木 *Walchiopremnon gaoi* Tian, Hu et Zhao (据田宝霖等, 1993)

A—B. 横切面, 示次生木质部, 木质部束状构造及射线, $\times 40$; C—D. 横切面, 示髓内部的厚壁细胞、分泌细胞团及分泌细胞团局部, C $\times 40$, D $\times 250$; E. 弦切面, 示木射线, $\times 100$; F. 径切面, 示次生木质部管胞纹孔及交叉场, $\times 40$; G. 径切面, 示髓内部厚壁细胞平行茎干轴向分布, 且较大, $\times 120$; H. 径切面, 示双列管胞纹孔, $\times 160$; I. 径切面, 示初生木质部、后生木质部管胞梯纹增厚, 其左侧为原生木质部环纹增厚及髓, $\times 200$

胞和胞中，其半分布于髓的中部。初生木质部四射式，成串，排列于髓的边缘，顶端尖锐。原生木质部管胞具环纹孔，后生木质部管胞具梯纹孔。次生木质部管胞径向壁纹孔1~2列，南洋杉型，单列时呈圆形—方形；双列时呈六角形，互生，孔口小，斜置。交叉场纹孔简单或柏木型，每场2~6个；木射线多数单列，偶尔双列，1~17个细胞高，多数为7~8个细胞高；在径切面中，射线细胞的水平壁和端壁，平滑无孔。

产地与层位：贵州省纳雍县；上二叠统龙潭组下部。

查列斯基木属 *Zalesskioxylon* Lepekhina & Yatsenko-Khmelevsky, 1966

模式种：*Zalesskioxylon hallei* Lepekhina, 1972

属征：密木型木材，生长轮或多或少明显或不存在；管胞径向壁纹孔南洋杉式，弦向壁纹孔稀少。射线管胞及树脂道不存在。交叉场纹孔简单，小，多。在径切面中，射线细胞的水平壁和端壁无孔。木薄壁组织很少。

时代与分布：二叠纪；印度，中国，南极，俄罗斯，福克兰群岛，巴基斯坦。

贾氏查列斯基木 *Zalesskioxylon chiaii* (Sze, 1962) Zhang et Zheng comb. nov. (图版3-40, A-I)

1962 *Dadoxylon chiaii* Sze, 页415~423, 图版1, 图1-9。

2000 *Araucarioxylon chiaii* (Sze) Wang, 王士俊等, 页428。

特征：生长轮明显，管胞的横切面为方形，径向壁纹孔单列，偶尔2列，圆形—扁圆形，彼此紧挤，2列者很少，互生或对生、半对生。交叉场纹孔卵形或圆形，简单，每场2~3个；射线单列，紧挤，2~43个细胞高（平均18个细胞）。

产地及层位：内蒙古自治区清水河地区；上二叠统石千峰组。

宁武查列斯基木 *Zalesskioxylon ningwuense* (Chang, Zhang & Zhao) Wang (图版3-41, A-I)

1993 *Dadoxylon ningwuense* Chang, Zhang et Zhao 页127~130, 图版1, 图1。

2000 *Araucarioxylon ningwuense* (Chang, Zhang et Zhao) Wang, 王世俊, 页428。

2000 *Zalesskioxylon ningwuense* (Chang, Zhang et Zhao) Wang, 王军, 页365, 366。

特征：次生木质部密木型，生长轮不明显，管胞横切面为圆形、椭圆形、方形或长方形。径向壁纹孔1~2列，为椭圆形、圆形或六角形，紧挤，互生或对生；纹孔口椭圆形或圆形；交叉场纹孔，简单，每场1~6个（通常2~4个），部分可见模糊的孔缘存在。木射线多数单列，极少为双列，射线细胞呈圆形、椭圆形或方形，1~14个细胞高，通常4~7个细胞高。

产地与层位：山西省宁武县杜家窑煤矿西山；下二叠统太原组。

罗得查列斯基木 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goepp) Wang, 2000 (图版3-12, G-J)

1953 *Dadoxylon rhodeanum* Goeppert, 斯行健, 页97, 图版78, 图1-4。

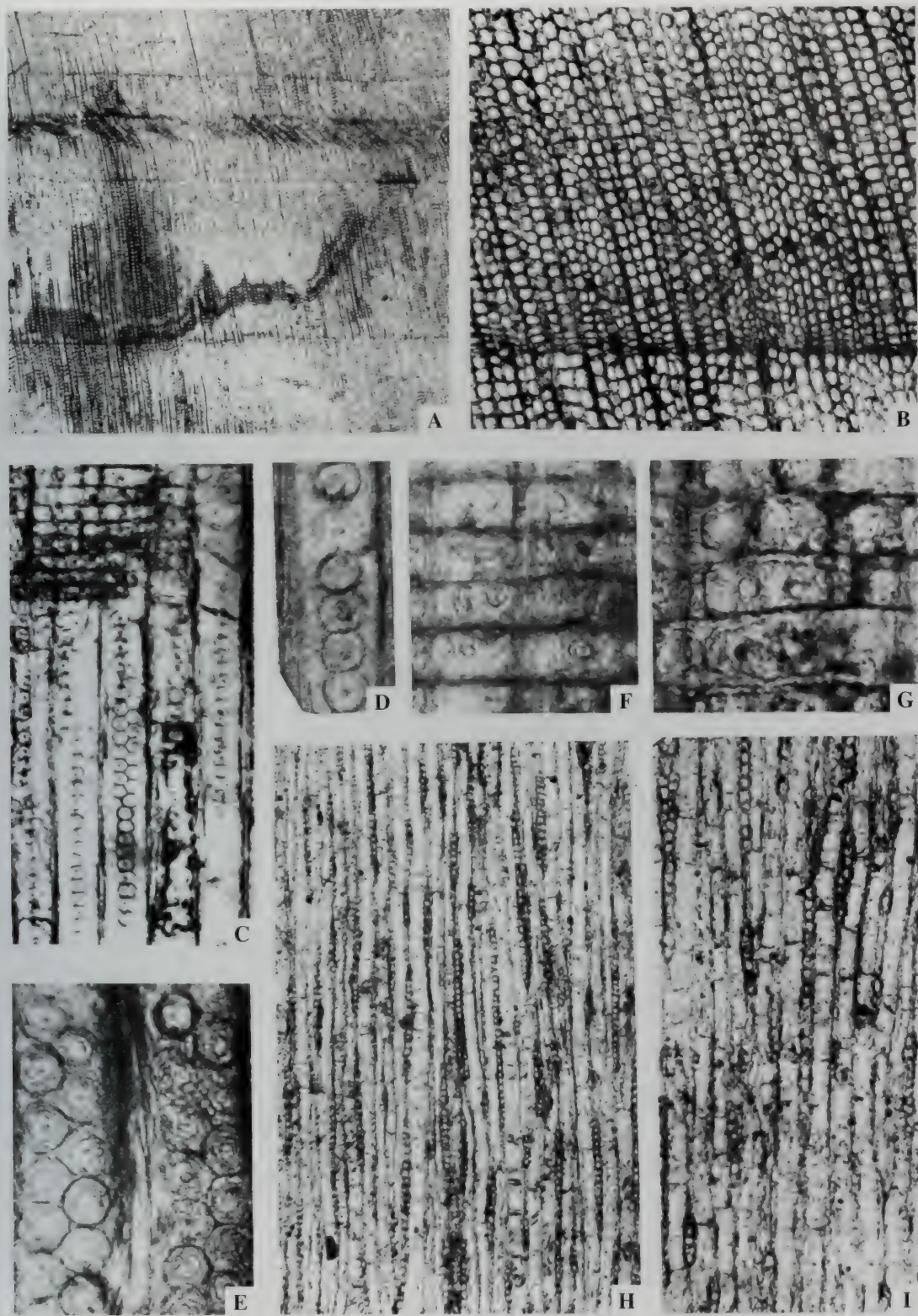
1972 *Cordaioxylon rhodeanum* (Goeppert) Lepekhina, 页60。

1974 *Dadoxylon* (*Cordaites*) *rhodeanum* Goepp, 中国古生代植物编写组, 页161, 图版124, 图7-10。

2000 *Zalesskioxylon rhodeanum* (Goepp) Wang, 王军, 页364, 366。

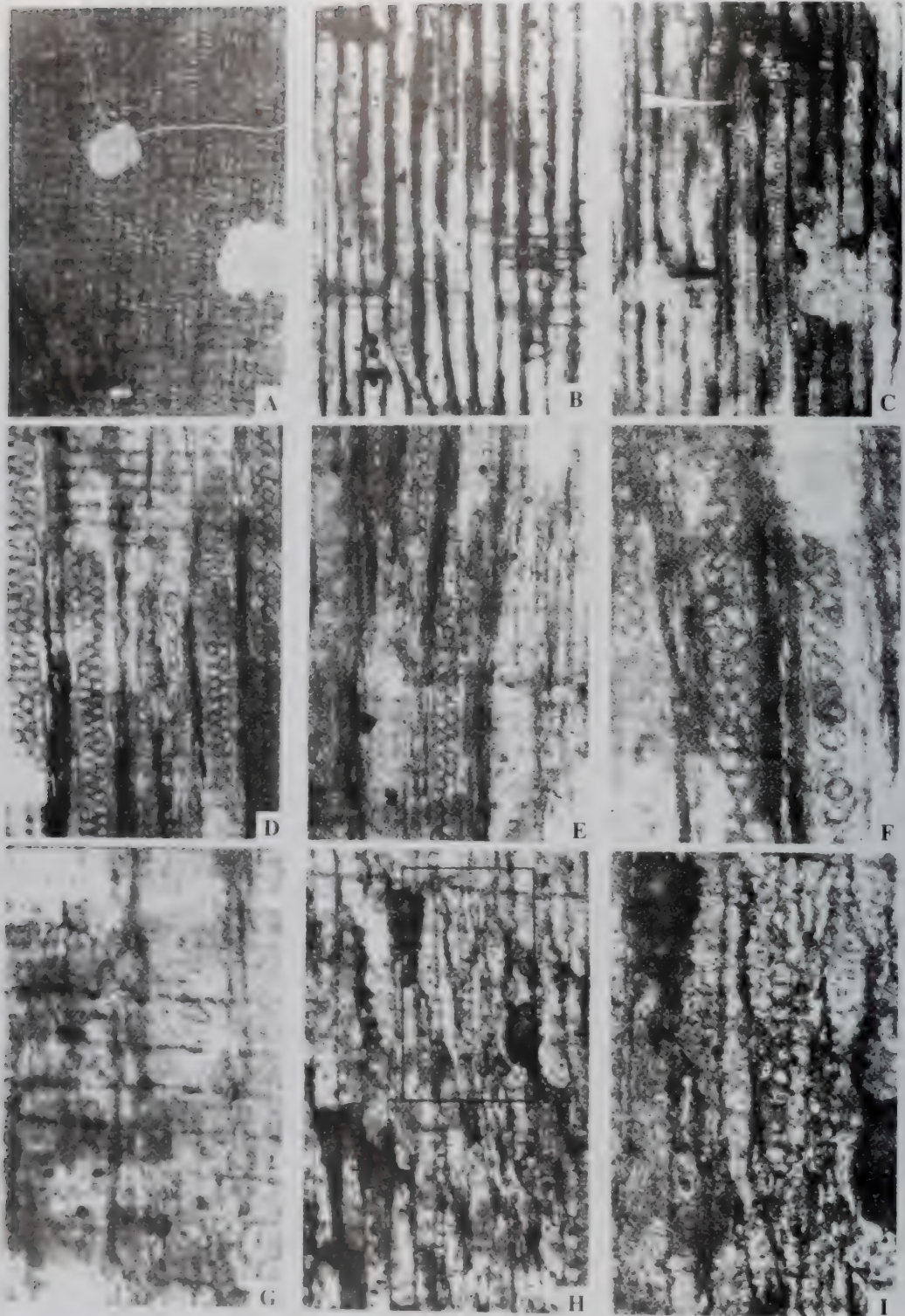
特征：生长轮不明显或无，横切面上管胞大，薄壁，等径、大小均匀；径向壁纹孔1~4列，通常2~4列，偶有双列，六角形，相互紧挤，互生；交叉场纹孔单简，每场3~5个。木射线狭窄，多数单列，偶尔双列，通常1~12个细胞高，有时可达20个。

产地与层位：山西省太原市，阳泉，河北井陉，山东省莱芜市，内蒙古葫芦斯台等地，二叠系，详细层位见参考文献。

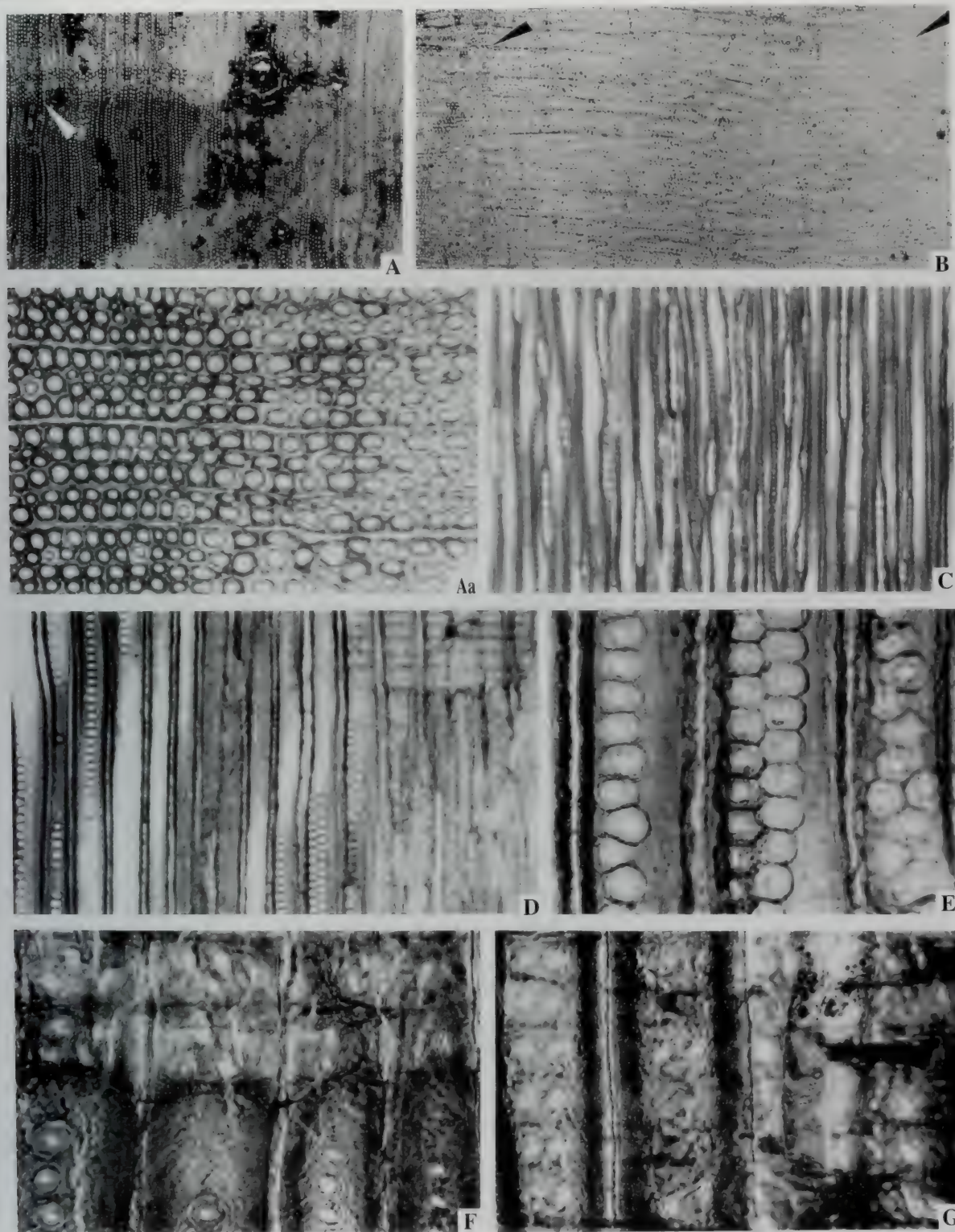
图版3-40 贾氏查列斯基木 *Zalesskioxylon chiaii* (Sze) Zhang et Zheng comb. nov. (据斯行健, 1962)

A-B. 横切面, 示生长轮和管胞形态轮廓, A \times 7, B \times 40; C-G. 径切面, 示管胞径向壁纹孔和交叉场纹孔, C \times 140, D \times 200, E-F \times 330, G \times 40; H-I. 弦切面, 示射线和木薄壁组织, H \times 80

(图版 36) 双列射线刺桉木 *Zallesskiazylon nigrum* (Chang, Zhang et Zhao) Wang (据常江林等, 1993)



A. 横切面，示射线组织及木射线， $\times 80$ ；B-D. 径切面，示1~2列南洋杉式管胞纹孔， $\times 200$ ；E. 径切面，示管胞纹孔及圆形、椭圆形纹孔口， $\times 400$ ；F. 横切面，示交叉场纹孔， $\times 400$ ；G. 径切面，示交叉场纹孔， $\times 200$ ；H. 径切面，示交叉场纹孔， $\times 200$ ；I. 为H的局部放大，示双列射线， $\times 400$

图版3-42 义马查列斯基木 *Zalesskioxylon yimaense* (Yao Liu & Zhang) (据姚兆奇等, 1994)

A. 横切面, 箭头指示生长轮, $\times 10$; Aa为A的局部放大, 从晚材到早材的过渡, $\times 60$; B. 横切面, 生长轮的一部分, 示从早材到晚材的过渡, 如箭头所示, $\times 10$; C. 次生木质部的弦切面, 示单列, 稀部分双列木射线, 且管胞弦向壁无孔, $\times 60$; D. 径切面, 示单—双列具缘纹孔和交叉场纹孔, 其孔口简单, $\times 100$; E. 为C的一部分放大, 示单—双列径壁具缘纹孔, 孔口圆形, $\times 350$; F. 径切面, 示管胞具缘纹孔和交叉场纹孔的形态, 交叉场纹孔每场2~4个, $\times 350$; G. 交叉场具简单的孔, 在一些地方纹孔出现具缘, 如左下角所示, $\times 350$

叉马列斯基木 *Zallesskioxylon yimaense* (Yao, Liu & Zhang) Wang, 2000 (图版3-42, A-G)

——*Araucarioxylon yimaense* Yao, Liu et Zhang, 页277~290, 图版2, 图1-7

2000 *Araucarioxylon yimaense* (Yao, Liu et Zhang) Wang et al., 王世俊等, 页427~432

2000 *Zallesskioxylon yimaense* (Yao, Liu et Zhang) Wang, 王军, 页364, 366

特征: 生长轮存在, 但不清晰; 管胞具纹孔, 南洋杉型, 单列, 有时双列; 交叉场纹孔简单, 每场2~5个(通常2~3个)。木射线单列, 偶尔部分双列, 2~31个细胞高。

产地与层位: 河南省义马任村; 上二叠统石千峰组

哲斯查列斯基木 *Zallesskioxylon zhesiense* Zhang, Wang, Zheng, Yang, Li, Fu, et Li. (图版3-43, A-F)

2006 *Zallesskioxylon zhesiense* Zhang et Zheng, 张武等(在出版中)。

特征: 南洋杉式次生木质部, 生长轮明显; 径向壁纹孔1~4列, 多角形, 紧挤; 射线单列, 射线细胞高大于宽, 交叉场纹孔简单, 每场1~4个。

产地与层位: 内蒙古自治区西乌珠穆沁旗旗头庙西北3公里(44°31'N, 117°39'E); 中二叠统哲斯组

Zallesskioxylon 属内各已知种特征对比表

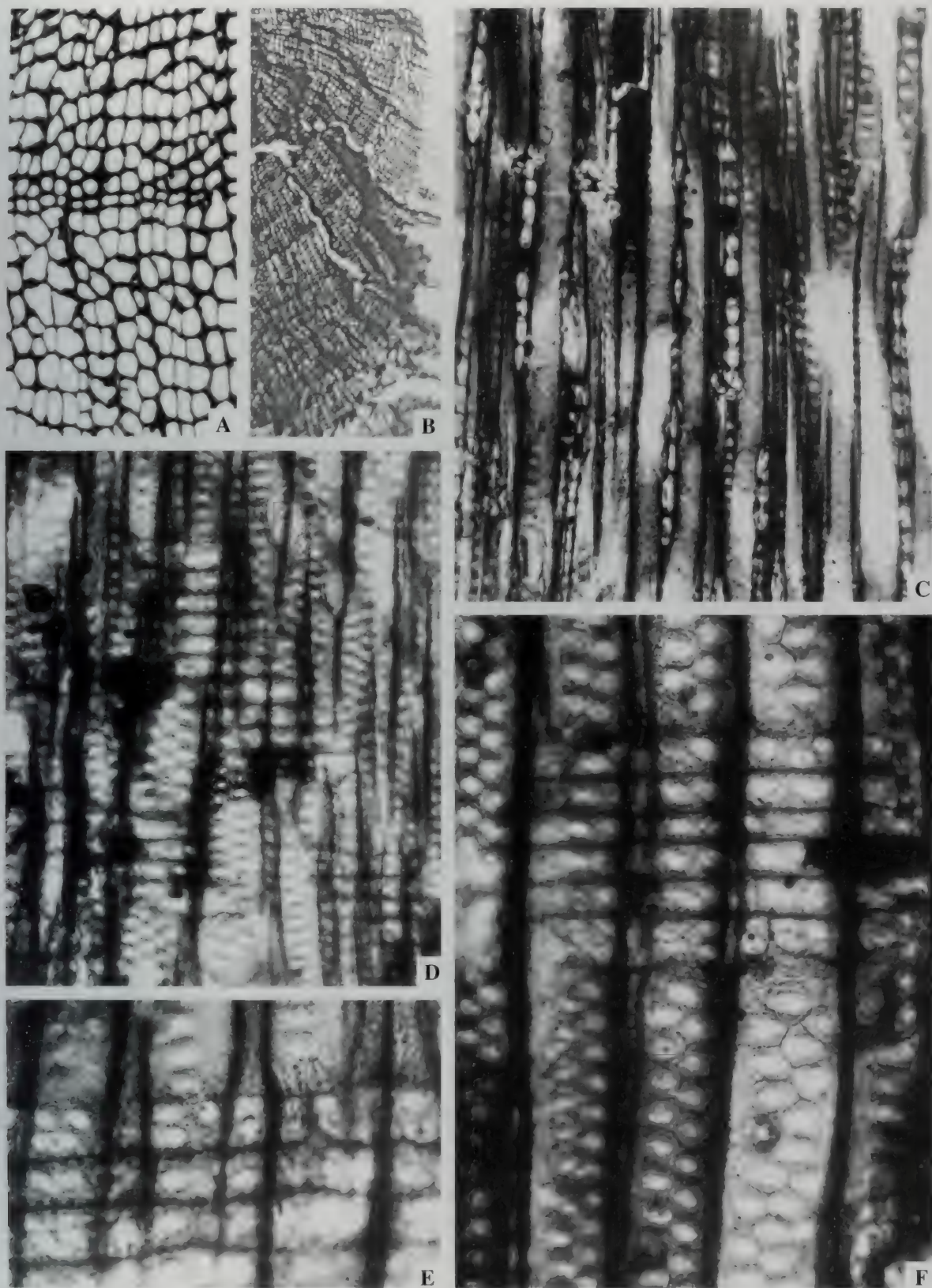
种名	产地、层位	径向壁纹孔特征	弦壁、射线特征	交叉场纹孔
<i>Z. ningwuense</i> (Chang Zhang et Zhao 1993) Wang 2000	山西宁武, 太原组	双列, 互生或亚对生, 南洋杉式纹孔式	单列, 少数局部双列, 1~14个细胞高	1~6个, 简单
<i>Z. yimaense</i> (Yao Liu et Zhang 1994) Wang 2000	河南义马, 石千峰组	单列, 有时双列, 南洋杉式纹孔式	单列 稀双列, 2~31个细胞高	2~5个(2~3), 简单
<i>Z. raniganjensis</i> Pant et Singh 1987	印度, 拉尼贾尼组, P	1~4列, 圆形分离或紧挤、多角形	单列, 偶双列, 1~12 (2~6) 个细胞高	4~14个, 简单
<i>Z. gondwanensis</i> Pant et Singh 1987	印度, 拉尼甘杰组, P	1~4列、接触、互生、多角形	单列, 部分双列, 1~23 (2~8) 细胞高	2~11(4~8), 简单或具窄边
<i>Z. uniseriatum</i> Pant et Singh 1987	印度, 拉尼甘杰组, P	2~4列、互生、多角形	同质、单列, 2~17细胞高, 稀22以上	1~6, 简单
<i>Z. simplexum</i> Chandra & Prasad 1982	印度, Kamthi组	1~3列, 圆形、互生, 接触或分离	1~2列, 1~18 (10~12), 少数可达25个细胞高	3~6, 简单
<i>Z. chandaensis</i> (Chitale 1949) Lepekhina 1972	印度	1~2列, 稀3列, 互生, 圆形, 2~4成群	1~2列, 1~33细胞高, 通常12	2~6个, 简单分离
<i>Z. hallei</i> (=cf. <i>Dadoxylon angustum</i> Halle 1912) Lepekhina 1972	法兰克福群岛	1~3列, 南洋杉式	射线较宽	小, 多, 简单
<i>Z. jamudhiense</i> (Maheshwari 1984) Lepekhina 1972	印度, 拉依马哈组, P	1~2列(稀3列), 互生, 圆形或角形	1~2列, 高1~18 (5~6) 细胞	1~4, 简单, 卵形或圆形
<i>Z. lepekhinae</i> Chandra & Prasad 1979-1980	印度	1~2列, 圆形, 分离或接触、互生	1~2列, 1~31 (8~9) 个细胞高	2~9 (常4) 个, 简单
<i>Z. sahani</i> (Singh 1958) Lepekhina 1972	巴基斯坦, Olive系	1~2列(稀3列)	1~2列, 3~39个细胞高	1~6个, 简单
<i>Z. zhesiense</i> sp. nov.	中国, 哲斯组, P	1~4 (2~3) 列, 多角形, 紧挤, 互生	单列, 2~10 (~17) 个, 弦向壁具纹孔	1~4个, 简单

3.2.5 分类位置不明的裸子植物木化石

贵州木属 *Guizhouoxylon* Tian et Li 1992

模式种: *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li 1992

特征: 具维管束, 维管束位于木质部, 具中柱。密木式木材, 生长轮不很明显。髓的横切面轮宽有瓜子形, 在髓心; 裂瓣状等。髓部由纵向成列的厚壁细胞、薄壁细胞、分泌细胞和个别容生型分

图版3-43 哲斯查列斯基木 *Zalesskioxylon zhesiense* Zhang et al.

A-B. 横切面，示管胞形态轮廓和微弱的生长轮，A \times 66，B \times 13；C. 弦切面，示单列射线和伸长的射线细胞， \times 165；D-F. 径切面，示径向壁纹孔紧挤、多角形和交叉场纹孔，每场1~4个，简单，不具缘，D \times 165，E-F \times 329（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

薄壁细胞组合成，无横隔壁，具纵长气腔，初生木质部内始式。原生木质部管胞径向壁具环纹、螺旋纹和网纹增厚。从后生木质部到次生木质部各厚壁细胞径向壁具梯纹孔、多列近圆形具缘纹孔和分子纹孔之间的斜列过膜孔；管胞壁上部一般仅有1~2列稀疏的圆形具缘纹孔。多数射线单列，少数局部双列，射线的高度与其出现的频率成正比。交叉场具斜列的或近水平状伸长的梯形、椭圆形或卵圆形简单纹孔，随着纹孔的缩短，纹孔数日趋增多。叶迹和枝迹内始式，稀疏螺旋状分布。在髓边缘的叶迹和枝迹处有较多的厚壁细胞。树皮薄，韧皮部保存欠佳，皮层和周皮发育较差。

时代与分布：二叠纪；中国贵州。

大河边贵州木 *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li, 1992 (图版3-44 ~ 3-45)

1992 *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li, 页336 ~ 345, 图版1-4。

2000 *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li, 王世俊等, 页427 ~ 432。

特征：木材圆筒具髓。初生木质部、次生木质部和树皮。髓直径约5 mm，髓部形状变化较大，有瓜子形、鱼形和Y裂瓣状，髓中有纵向上裂状气腔，无横隔，在横切面上髓是由厚薄细胞、分泌细胞和薄壁细胞组成，但在纵切面上这些细胞呈垂直纵列状排列；横切面厚壁细胞为等轴形、4~6边形；分泌细胞十分发育，横切面为圆形、5~6边形，在纵切面上为纵向的长方形，长约50~60 μm，细胞内含黑色或褐色分泌物，当分泌细胞间隔壁溶透时，分泌物可融为一体，长可达数百微米，相邻分泌细胞之间侧壁也可变薄或透明状，甚至破碎，使不同细胞之间的分泌物相沟通，断续相连达3000 μm以上，薄壁细胞充填于分泌细胞和厚壁细胞之间。初生木质部内始式，在横切面上呈明显的束状，顶部钝圆，与髓交界平滑状。原生木质部管胞排列不规则，为多边形或近圆形，直径一般小于30 μm，原生木质部由环纹、稀螺旋、密螺旋、梯形—网状增厚管胞组成；后生木质部管胞径向成列，多为长方形，径向直径40~50 μm，弦向直径约35~40 μm，出现以梯纹孔为主、多列椭圆形或卵圆形纹孔为辅的具缘纹孔，管胞斜壁上可见相似于梯形—网状穿孔板状的构造，整个初生木质部约10个细胞宽。次生木质部密木型，生长轮不十分明显，且个别呈偏心状；径向壁具缘纹孔圆形—多角形，1~4列，多数1~2列；交叉场纹孔为3~5个倾斜伸长的梯形或椭圆形单纹孔，少数具6~8个卵圆形单纹孔，纹孔长10~20 μm，宽约7~9 μm。射线细胞单列，通常1~11个细胞高偶尔达15个细胞高。皮层较窄，含有韧皮纤维细胞，树皮较薄，叶迹和枝迹稀疏，螺旋状分布。

产地与层位：贵州省水城市大河边煤矿；上二叠统龙潭组。

华美木属 *Decoroxylon* Zhang et Zheng gen. nov.

模式种：朝阳华美木 *Decoroxylon chaoyangense* Zhang et Zheng sp. nov.

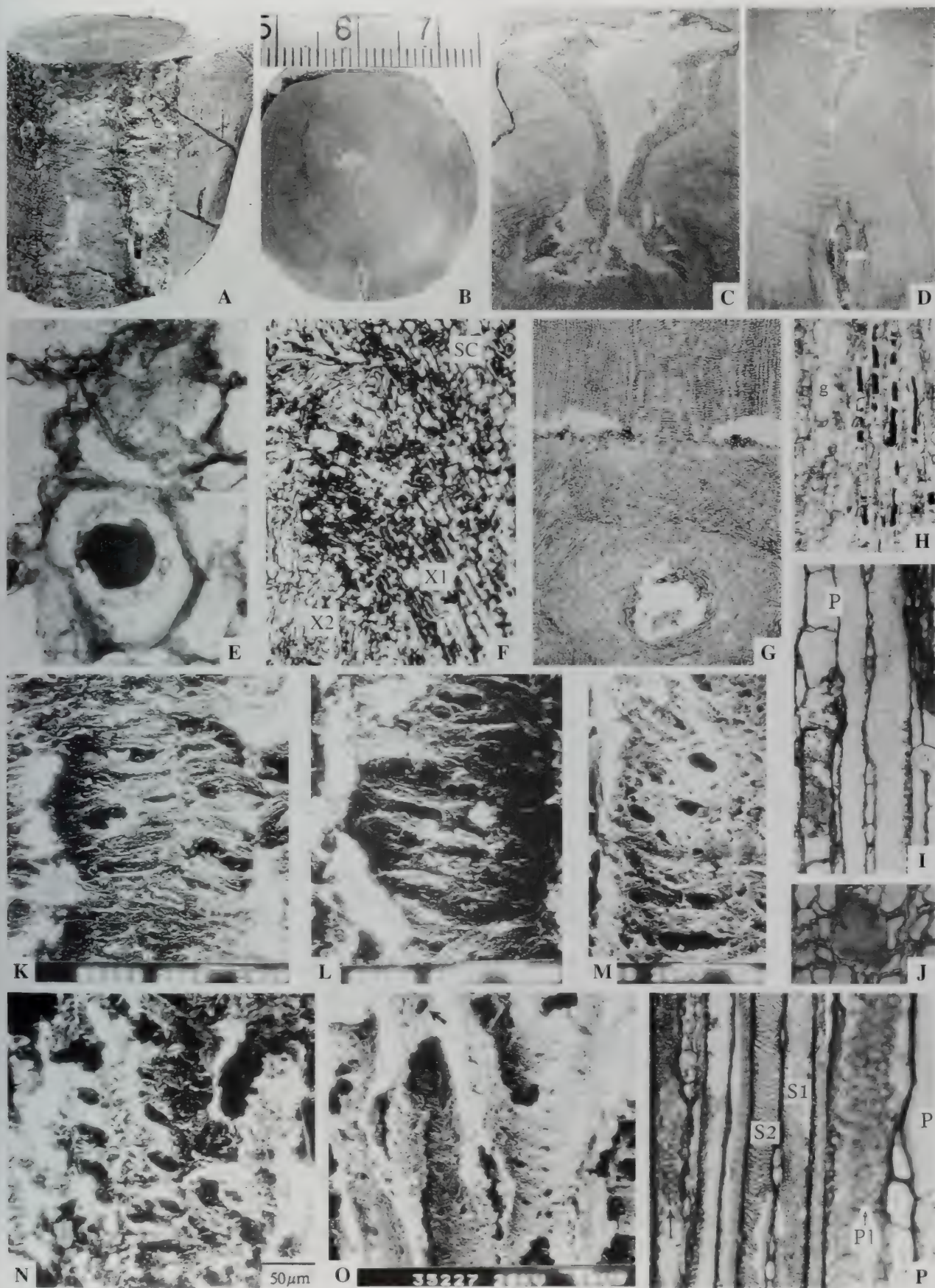
词源：属名源自拉丁词—*décor*—华美。

属征：次生木质部的断块，由次生木质部、皮层和叶柄基组成，未见初生木质部和髓。次生木质部无生长轮显示；管胞横切面为方形—多角形，管胞径向壁具缘纹孔圆形—椭圆形，1~2列，分离或接

3-44 大河边贵州木 *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li

A. 木材圆筒横切面，右侧为 *Gigantonoclea guizhouensis* 的局部叶片，×1；B-D. 横切面，示髓部形状、枝迹及后生木质部发育的树皮，B×1.5, C×5.7, D×3；E. 横切面，髓部分泌细胞横断面形状，×500；F. 径切面，示枝迹入次生木质部（X2）枝迹的初生木质部束（X1），及填补在枝隙处的厚壁细胞（sc），×50；G. 一纵切面（上部横切面，下部纵切面），示枝迹对周围次生木质部管胞分布的影响，×20；H. 纵切面，示枝迹分泌细胞和厚壁细胞（g），×50；I. 弦切面，示管胞及薄壁细胞（P），×200；J. 横切面，示次生木质部与初生木质部过渡区，×50；K, L-M. 径切面，示后生木质部与次生木质部过渡区管胞纹孔由环纹（L）、多列近圆形纹孔（K）向梯纹与多列卵圆形纹孔混生（M）的过渡；N-O. 径切面，示次生木质部与初生木质部过渡区，梯纹纹孔向梯纹或斜列；P. 弦切面，在靠近形成层的管胞的次生壁结构，箭头指向梯纹孔，梯纹孔纹孔区，箭头示纹孔区，×200。

图版3-44 大河边贵州木 *Guizhouoxylon dahebianense* Tian et Li (据田宝霖等, 1992)



图版 445 水杉属植物 *Goehoucedon dahebianensis* Tian et Li (湖北宝灵等, 1992)



A-C. 纵切面, 示初生木质部的厚壁组织, A \times 20, B \times 50, C \times 200; Da, Db. 径切面, 示次生木质部同一管胞上可观察到有斜纹孔及木管的纹孔组织, \times 100; E. 纵切面, 示束状维管束与髓之交界, \times 50; F. 横切面, 示晚平列的管胞, \times 200; G. 纵切面, 示次生木质部的环纹管胞、螺纹管胞

触,管胞弦向壁无孔,木射线单列;交叉场纹孔2至多个,圆形,具缘。内皮层由多角形韧皮薄壁细胞组成,外皮层具有许多“—”字形叶柄基,生长在1个分叉的次生木质部块体的分叉部位。叶柄基群的总体分布呈“S”形,叶柄基横切面为“—”字形或长条形,细长,主要由薄壁细胞组成,但叶柄基中央有一个由11个次生木质部管胞组成的维管束,其外有若干较小的管胞,可能代表初生木质部,因此,它应为外始式;在整个叶柄基中以薄壁细胞为主,沿叶柄基的外缘与中线间有一连续的、深色的细胞带,这个带的宽度为1~2个细胞,这些细胞与其它薄壁细胞的壁相比,显得微微有一点厚,在其外围,有一圈栅栏状细胞。

时代与分布:二叠纪;中国。

朝阳华美木 *Decoroxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov. (图版3-46~3-48)

全型: Xt-8

词源:种名源自化石产地朝阳的汉语拼音。

产地:辽宁省朝阳市薛台子煤矿。

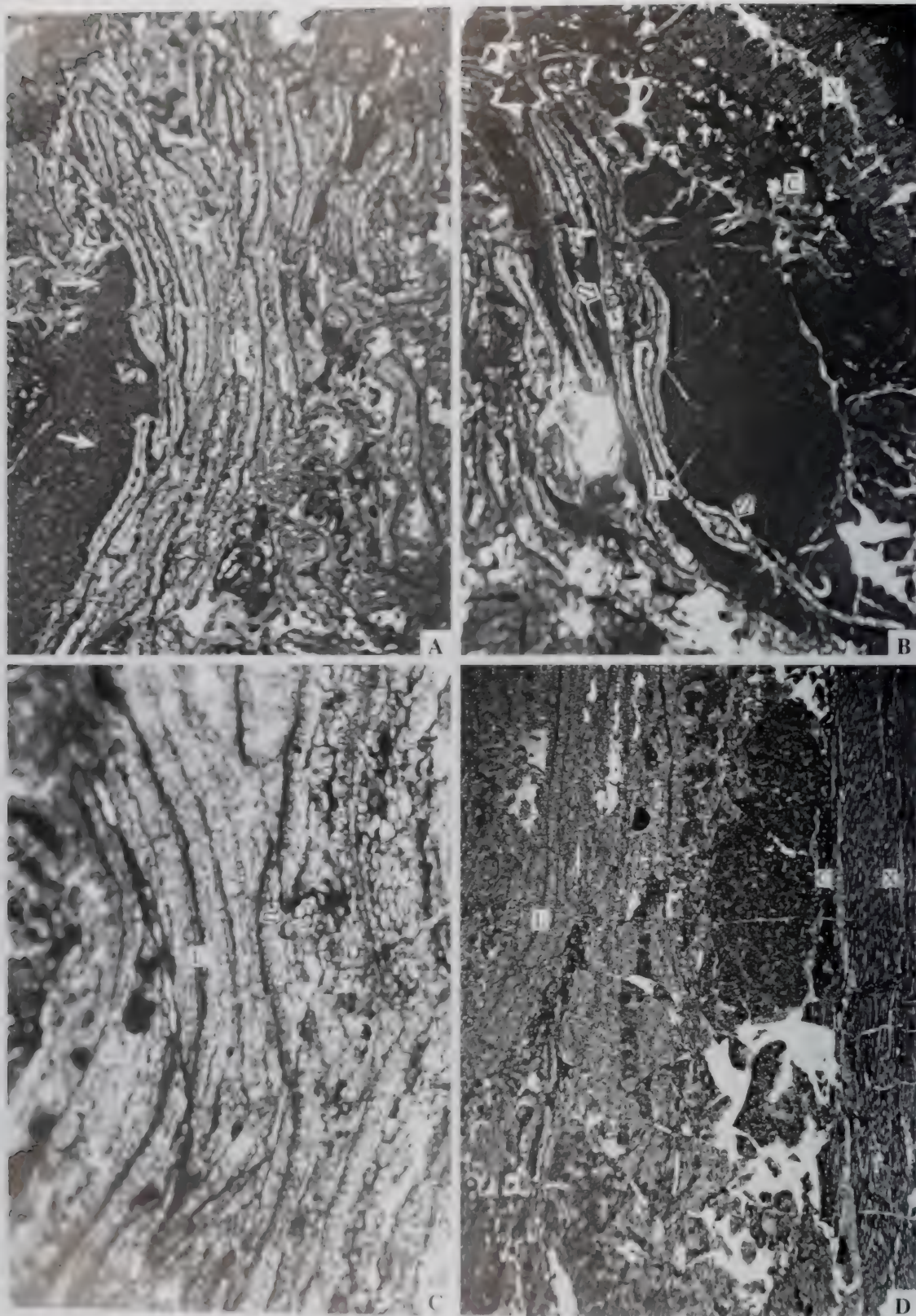
层位:下二叠统,太原组。

特征:见属的特征。

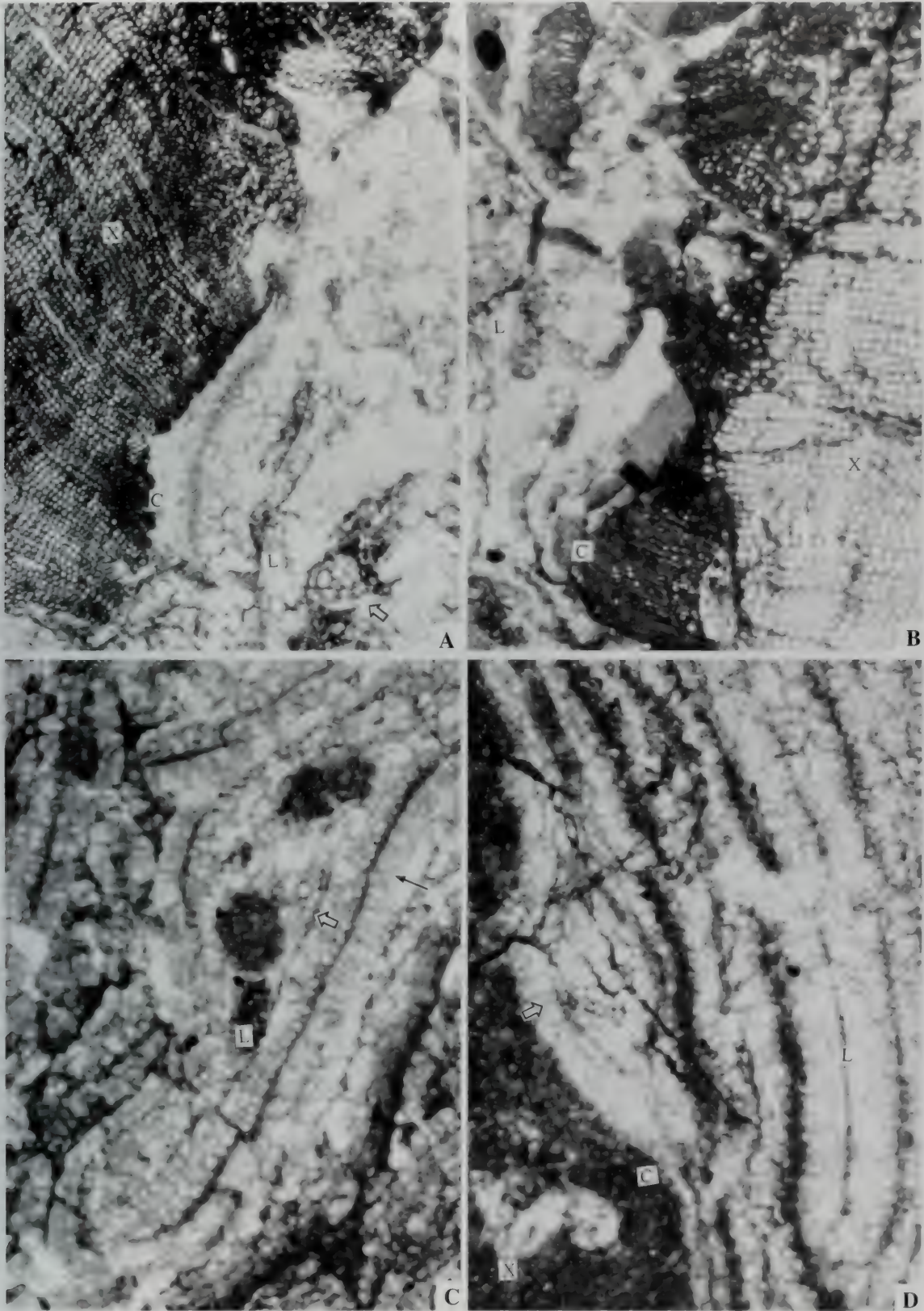
描述:一块次生木质部的断片,保存长度大于20 cm,高约5.5 cm和宽8 cm。木材由次生木质部、皮层和叶柄基组成,未见初生木质部和髓。茎干的次生木质部相当发达,在叶柄基的两侧有2块较大的次生木质部,在其它的部位有些小块的次生木质部或韧皮部的碎块存在,断断续续地将整个叶柄基条带包围起来。次生木质部在径向上保存最大宽度为28 mm,但尚未见到中柱裂片和髓部,次生木质部无生长轮显示;管胞横切面为方形~多角形,管胞径向壁具缘纹孔圆形—椭圆形,1~2列,分离或接触,管胞弦向壁无孔;木射线单列,2~7个细胞高;交叉场纹孔,圆形,具缘,每场2至多个。内皮层由多角形韧皮薄壁细胞组成,外皮层具有许多“—”字形叶柄基;叶柄基很窄、细长,它的长度为3~13 mm,厚度为0.3~1 mm。生长在1个分叉的次生木质部块体的分叉部位。叶柄基群的总体分布呈“S”形,主要由薄壁细胞组成;在叶柄基的中央,有一个由7~11个次生木质部管胞组成的维管束,管胞横切面为椭圆形或多角形,大小一般约70×80 μm,较大者可达110×130 μm,其外围有若干较小的管胞,可能代表初生木质部。这些初生木质部管胞的大小为20×30 μm,因此,该木质部束,似应为外始式;在整个叶柄基中以薄壁细胞为主,沿叶柄基的外缘与中间线有一连续的、深色的细胞带,这个带的宽度为1~2个细胞,这些细胞比其它薄壁细胞的壁,显得微微加厚,在其外围有一圈栅栏状细胞。在叶柄基的下表面正中的叶脉处向外凸,上表面相对部位平直,从中脉往两侧叶边缘间还不时地出现几个小的、圆形的印痕,可能代表木质部束的管胞,它们也许是侧脉的维管束。

讨论与比较:新种叶柄基的特征与 *Medullosa* 及 *Psaronius* 的某些种的叶迹或叶柄基的特点有些相似 (Smmot and al., 1981),但在我们的标本中找不到类似中柱的和中柱以外的根套部分;相反的是在叶柄基的周围存在大量的次生木质部,因此我们的标本不能归入 *Psaronius* 属内。另外在这些叶迹的外围被大量次生木质部管胞所包围的同时,我们的标本中还没找到完整的具髓的中柱维管裂片,因此,我们的标本也不可能属于 *Medullosa*,所以我们将这个标本置于一新属名之下,它完全有可能代表一种新的植物。

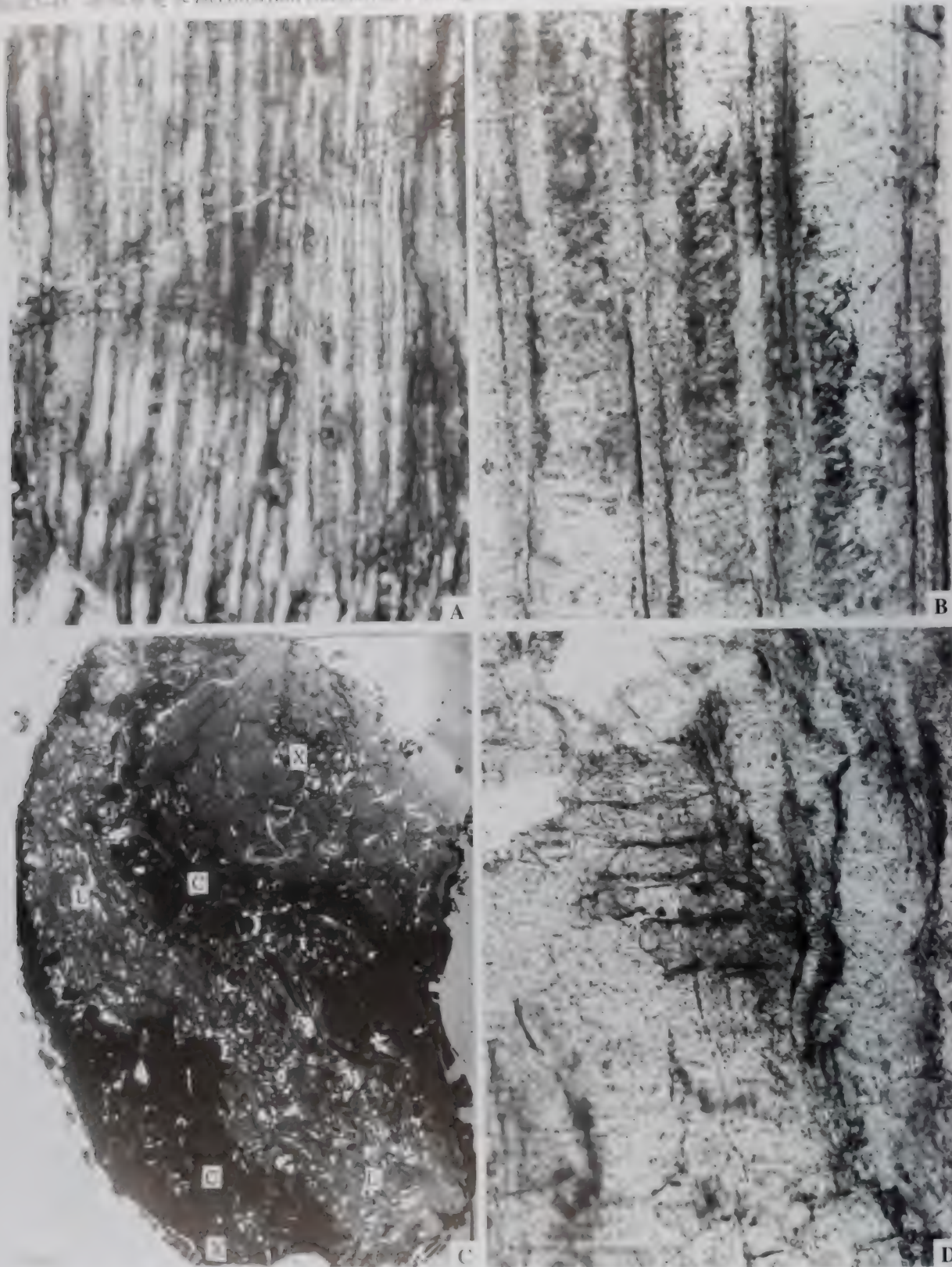
和密螺纹管胞,×200; H. 纵切面,示髓部纵向排列的厚壁细胞列,×200; I. 径切面,示创伤木质部附近的含黑色分泌物射线细胞及与之连通的管胞(ST),此处的管胞受挤压变倾斜,×50; J. 径切面,示后生木质部管状分子端部斜底壁上类似于梯形至网状穿孔板状的构造,×500; K-L. 二维切片,示髓部(P)、初生木质部(X1)、次生木质部(X2)、和树皮(含韧皮部Ph),×20; M. 径切面,示初生木质部管胞由网状增厚(左)向很窄缘膜的梯纹纹孔(右)过渡,×500; N. 径切面,示次生木质部纹孔类型、含分泌物的射线细胞及射线交叉场纹孔,×500; O. 径切面,示靠近形成层的晚材管胞上的单列圆形具缘纹孔,×500; P. 径切面,示髓部(左)、形成层(中)和韧皮部(右),×500



A-C. 纵切面，以叶柄部的横切面为“—”号，箭头示维管束，A-B $\times 6.5$ ，C $\times 19$ ；D. 径切面，示外皮层和叶柄部维管束，箭头示“—”号，箭头示维管束（X，木质部）， $\times 6.5$ 。标本编号：Xt-8（标本与薄片保存于中国科学院植物研究所）。

图版3-47 朝阳华美木 *Decoroxylon chaoyanense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

A-D. 横切面, $\times 30.5$, A-B示次生木质部(X)、皮层(C)、叶柄基(L)和柄基中部的维管束(图A中箭头所指), 图C-D中L代表叶柄基的横切面, 空心箭头所指为叶柄基中央部位的维管束, 实心箭头所指代表叶柄基中的栅栏状薄壁细胞 标本编号: Xt-8 (标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)



A. 茎纵切面，示次生木质部管胞径壁纹孔和交叉场纹孔， $\times 66$ ；B. D. 茎切面，示次生木质部管胞径壁纹孔和交叉场纹孔， $\times 100$ ；C. 茎横切面，示维管束分布关系（X），皮层（L）和叶柄基（G）的分布关系， $\times 2$ ；D. 示维管束分布关系， $\times 100$ ；E. 叶柄横切面， $\times 100$ （标本与照片保存在沈阳地质矿产研究所）

第四章 三叠纪木化石

(张武、傅晓平、郑少林、李楠)

4.1 三叠纪木化石的地质、地理分布

三叠纪木化石仅知分布于内蒙古自治区、辽宁和广东三地5个化石点，层位有早三叠世红磴组、老龙头组，以及晚三叠世红卫坑组。详细分布情况如插图1.3中黑色6角形符号所示，编号与地质、地理情况如下：

27) 辽宁省朝阳市附近的段木头沟，早三叠世红磴组，产 *Tianoxylon duanmutougouense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov., *Liaoningoxylon chaoyangensis* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.。

28) 内蒙古自治区扎赉特旗布尔索古屯乡的德发屯村北山 ($46^{\circ}52'30''\text{N}$, $122^{\circ}14'20''\text{E}$)。早三叠世老龙头组，产 *Scalaroxylon jalaidqiense* Zhang et Zheng sp. nov., *S. multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng comb nov.。

29) 广东省北部乐昌县关春，晚三叠世艮口群，产 *Protophyllocladoxylon szei* Wang。

30) 广东省北部曲江县红卫坑煤矿，晚三叠世艮口群，产 *Protophyllocladoxylon szei* Wang。

31) 广东省乐昌县关春地区的坪石一矿附近，晚三叠世艮口群下部红卫坑组，产 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel。

4.2 三叠纪木化石的系统描述

4.2.1 苏铁植物纲 Cycadopsida

梯纹木属 *Scalaroxylon* Vogellehner 1967, emend. Zhang et Zheng 2006

模式种: *Scalaroxylon multiradiatum* Vogellehner, 1967

属征：疏木型同质次生木质部，由管胞及木射线组成。径向管胞壁仅具有梯纹纹孔。射线1至多列；射线细胞异形，在径切面中由直立的、方形的和横卧的细胞复合而成；水平壁平滑，端壁，通常具有节状加厚；在弦切面中，射线细胞呈多角形，侧向壁微微加厚并具孔，表壁具有网纹加厚或无孔。交叉场纹孔不具缘或半具缘，1至多个，形态及大小多变，具缘纹孔罕见。轴向木薄壁组织和树脂道缺乏。

讨论与比较：该属的主要特征是它的径向管胞壁仅具有梯纹纹孔，完全不存在网纹纹孔，更没有见到从梯纹纹孔向多列的具缘纹孔过渡的任何迹象。这个特征完全可以把那些在解剖构造上相似而不相同的属区分开，例如 *Sahnioxylon* Bose et Sah (1954) 和 *Paradoxoxylon* Kräusel (1955)。因为在后两属中，它们的径向管胞壁纹孔式都是从梯纹纹孔向多列具缘纹孔过渡的。*Scalaroxylon* 的一般特征与 *Phoroxylon* Sze (1954) 也有些相似，但后者的径向管胞壁，除了具有梯纹纹孔以外，还有网纹及多角形网状纹孔。根据该属木射线的比例大于管胞的比例，我们断定这种木材属于疏木型。它的木射线细胞为异形，并具有转输细胞的特征。所以，我们将它归入苏铁类。

时代与分布：二叠—三叠纪，德国，中国内蒙古。

扎赉特旗梯纹木 *Scalaroxylon jalaidqiense* Zhang et Zheng (图版4-1 ~ 4-3)

2006, *Scalaroxylon jalaidqiense* Zhang et al, 张武等, 页258 ~ 366, 图版1-2

特征：次生木质部木材，生长轮缺乏；管胞横切面为方形、长方形、多角形或椭圆形，径向壁具梯

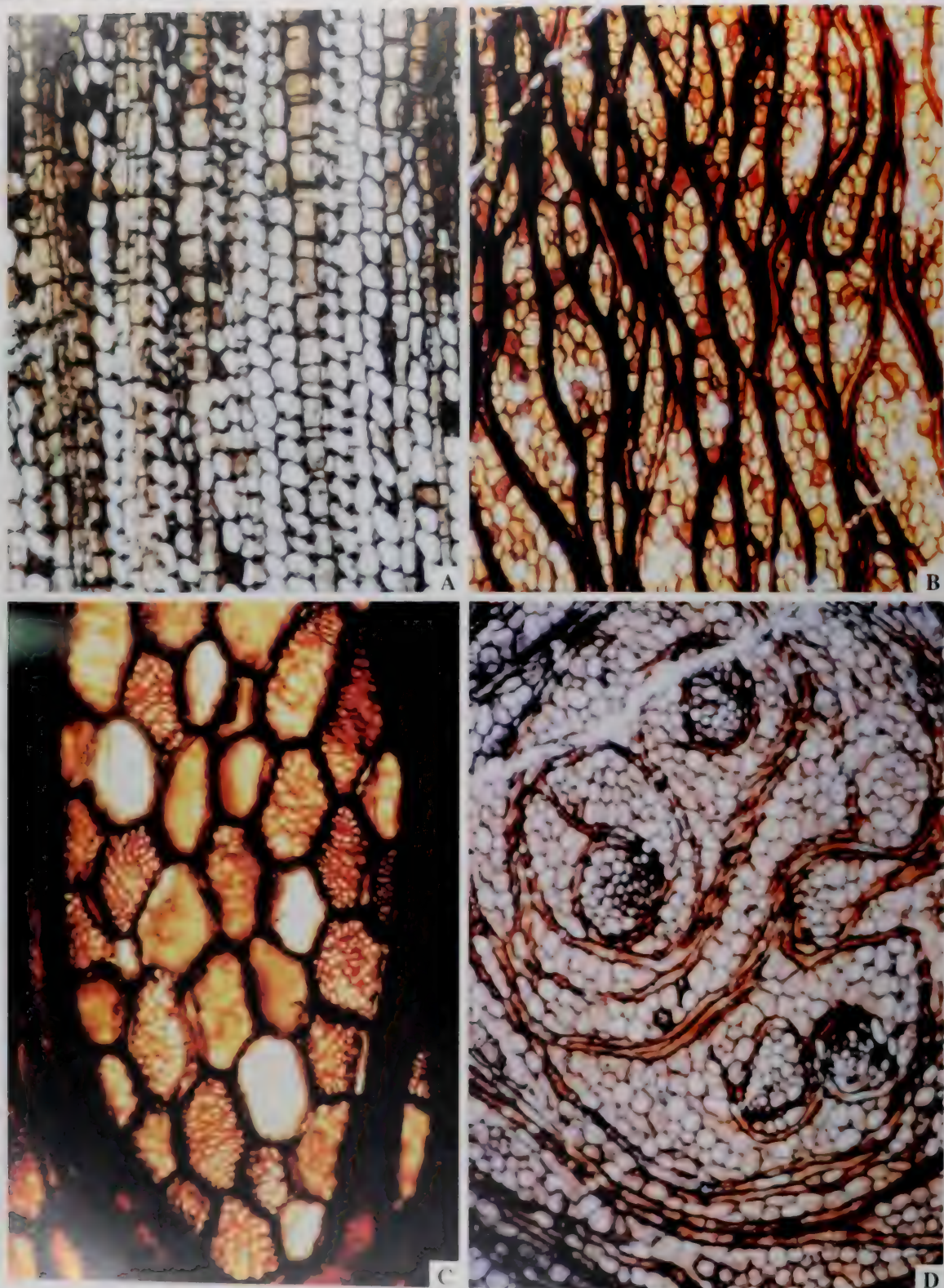
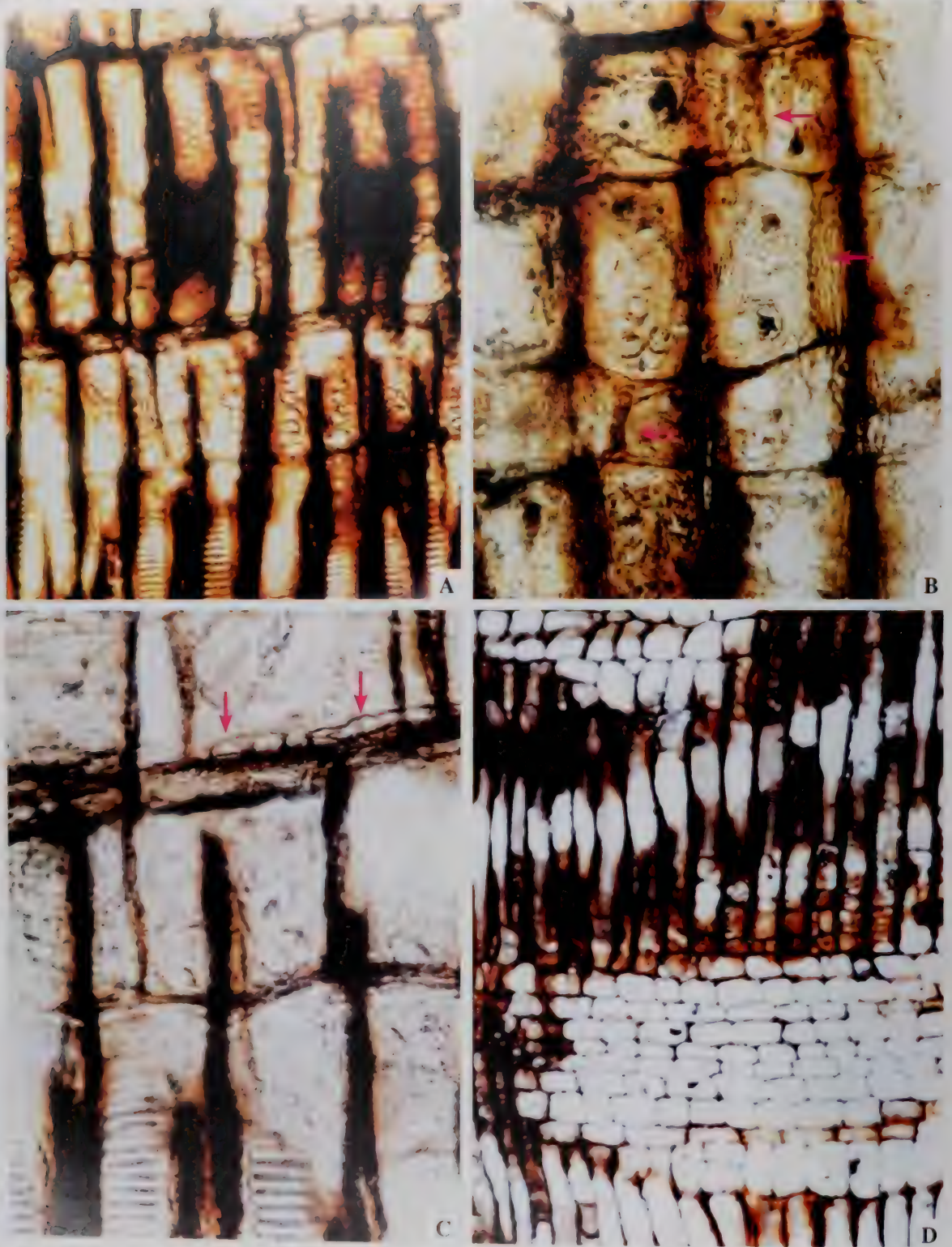


图 6-6 木部显微特征 6. *Scalaroxylon julandipense* Zhang et Zheng
A. 横切面，显示射线细胞及散状分布的深色细胞， $\times 32$ ；B-D. 弦切面，显示射线细胞及散状分布的深色细胞；C. 示部分射线细胞上的各种形态的小孔或网纹；D. 示射线细胞上的各种形态的小孔或网纹；B. C. 均 $\times 32$ ；D. $\times 158$ 。薄片编号：DFT-6。（标本与薄片保存于中国科学院植物研究所）

图版4-2 扎赉特旗梯纹木 *Scalaroxylon jalaidqiense* Zhang et Zheng

A. 径切面，示交叉场纹孔， $\times 168$ ；B-C. 径切面，示径壁梯纹纹孔，局部偶见螺旋， $\times 168$ ；D. 弦切面，示单个射线细胞的网纹加厚， $\times 336$ ；E. 径切面，示射线细胞以横卧为主，直立细胞和方形细胞为副；射线细胞的水平壁无孔，端壁具节状加厚， $\times 168$ 。薄片编号：DFT-3。（标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）



A-D 微结构。A 平行向壁的梯纹级孔和交叉场为圆形或椭圆形具缘纹孔，排列成1~3列、5~11横列， $\times 129$ ；B 微结构，交叉场级孔1~2列，2~7横列，示细胞水平壁平滑或偶尔具孔，端壁经常具孔（箭头）， $\times 334$ ；C 平行向壁的梯纹级孔和交叉场级孔，当交叉场无孔时，其射线细胞水平壁具孔（如箭头所指）， $\times 334$ ；D 平行向壁的梯纹级孔和交叉场级孔，射线细胞为轴， $\times 64$ 。薄片编号：DFT-6。（标本与薄片藏于中国科学院植物研究所）

纹孔，少数管胞末端偶见有单列圆形—椭圆形具缘纹孔。在弦切面中，管胞的排列极不规则，常形成不规则的分叉或联合成网状，或有的管胞甚至旋卷成大小不等的圆圈状构造；管胞弦向壁无孔，或偶见局部的梯纹孔，在旋卷的管胞壁上有时出现横隔。木射线1至多列，通常为透镜状，少数为圆形或不规则形。射线细胞在弦切面中为多角形，多数细胞壁具密集的孔；在径切面中由横卧的、直立的及方形的细胞构成；细胞的水平壁无孔，端壁具有节状加厚。交叉场纹孔为不规则椭圆形，不具缘或半具缘，偶尔具缘。1至多个，最多可达15个。

讨论与比较：本新种的突出特点是在弦切面中，管胞和木射线的形状及排列方式特异，常常形成不规则的网状，部分管胞甚至自行卷曲，形成大小不等的圆环状，致使木射线的形态极为特殊。管胞弦向壁无孔，偶见梯纹加厚；木射线以横卧细胞为主，直立细胞及方形细胞为辅。这些特征与模式种 *Scalaroxylon multiradiatum* Vogellehner (1967) 及新联合种 *Scalaroxylon multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng 均不相同。

产地与层位：内蒙古自治区扎赉特旗布尔素古屯乡的德发屯村北山（46°52′30"N，122°14′20"E）；下三叠统老龙头组。

多形梯纹木 *Scalaroxylon multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng. (图版 4-4 ~ 4-6)

1980 *Phoroxylon multiforium* Zheng et Zhang, 页307, 图版167, 图1-6。

2006 *Scalaroxylon multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng, 张武等, 页258 ~ 366, 图版3-4。

特征：疏木型同质次生木材，生长轮缺乏。管胞横切面为方形、长方形、多角形或椭圆形；径向壁仅具梯纹孔，偶见并列梯纹孔或个别管胞在末端变窄时有少数单列圆形—椭圆形具缘纹孔，弦向壁具纹孔或偶见梯纹孔。木射线1~3列，偶尔局部为3~5列，12~35个细胞高，少数高60个细胞以上；弦切面中射线细胞为多角形，侧壁略厚，壁多孔；在径切面中，射线细胞异形，水平壁无孔，端壁具节状加厚。交叉场纹孔1~12个，最多可达18~20个，多数纹孔简单、不具缘或半具缘，少数为柏木型或杉木型。

讨论与比较：本种的突出特点是管胞的径向壁具有梯纹孔式；木射线异形，以1~3列为主；木射线很高，射线细胞以直立和方形为主，横卧细胞为辅。管胞弦向壁具孔。该种与 *Scalaroxylon jalaiddiense* 的区别是后者射线以横卧细胞为主。与模式种 *S. multiradiatum* Vogellehner (1967) 的区别在于后者射线细胞的弦向壁无孔(?)，在径切面中射线细胞的水平壁及端壁均无孔。

产地与层位：内蒙古自治区扎赉特旗布尔素古屯乡德发屯村北山；下三叠统老龙头组。

4.2.2 松杉纲 Coniferopsida

罗汉松目 Podocarpaceae

罗汉松科 Podocarpaceae

原始叶枝杉型木属 *Protophylocladoxylon* Kräusel 1939

特征，模式种，时代与分布：同前面70页。

斯氏原始叶枝杉型木 *Protophylocladoxylon szei* Wang. (图版4-7, A-H)

1991 *Protophylocladoxylon szei* Wang, 王世俊, 页66 ~ 69, 图版1, 图1-8。

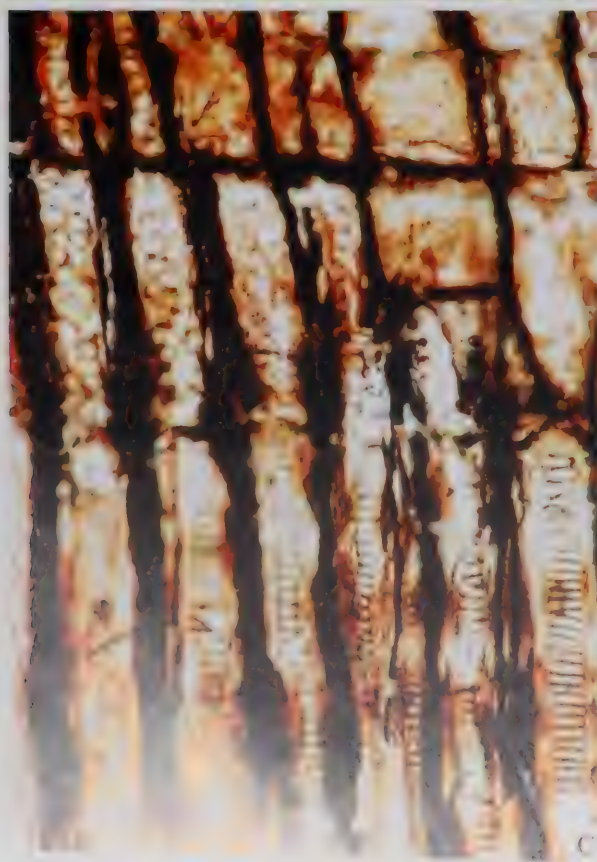
特征：管胞在横切面中呈近圆形、六边形，径向壁具缘纹孔通常单列、圆形、排列紧密，互相接触或偶有分离，扁圆形，纹孔口圆形、横椭圆形或斜卵形，直径20 μm；交叉场纹孔一般为一个大的、直立、横卧或斜置的宽卵形或宽椭圆形纹孔，其大小为15 × 20 ~ 20 × 25 μm；有些管胞具横隔。木射线单列，1~10个细胞高；射线细胞为圆形或椭圆形，直径25 ~ 30 μm。

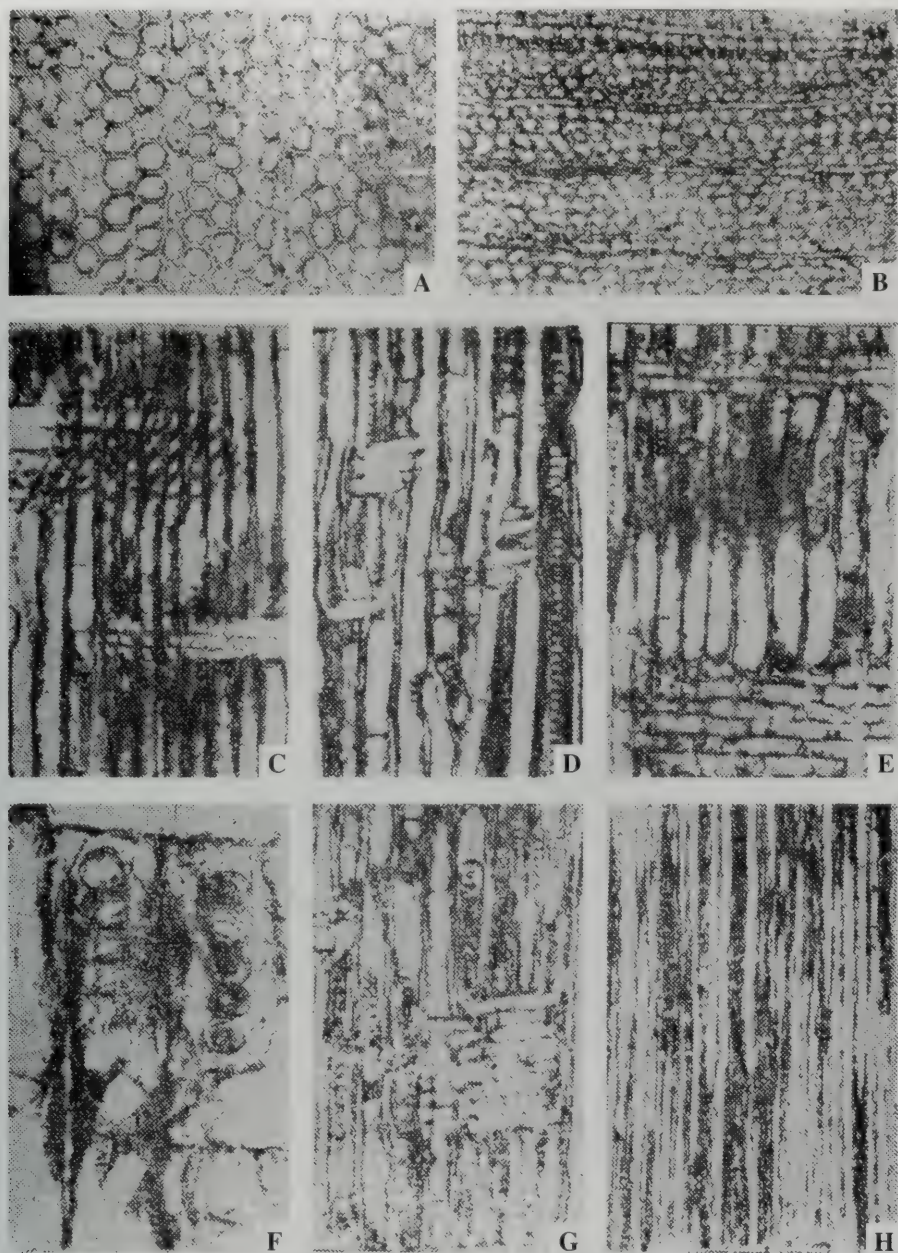


木部组织。A. 弦切面，显示径向排列的射线细胞，射线和木射线形态， $\times 32$ ；薄片编号：DFT-17a。B-C. 弦切面，显示射线细胞和木射线细胞，射线和木射线形态， $\times 32$ ；C. 示射线细胞为多角形，侧壁加厚，表壁多孔并具梯状加厚。D. 示射线细胞和木射线细胞，射线和木射线形态， $\times 161$ ；薄片编号：DFT-17。（标尺为 0.1 mm）

图版4-5 多形梯纹木 *Scalaroxylon multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng

A-D. 径切面, A, C-D. 示射线以直立细胞为主, 方形和横卧细胞为副; 射线细胞的水平壁无孔或偶尔具孔, 端壁显示明显的节状加厚, A, D $\times 175$, C $\times 70$; B. 示交叉场纹孔的形态及交叉场中央无纹孔时, 在射线细胞的水平壁内侧附近出现的横向伸长的孔(箭头所指), 均 $\times 350$ 。薄片编号: DFT-17。(标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)



图版4-7 斯氏叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon szei* Wang (据王士俊, 1991)4-6 多形梯纹木 *Scalaroxylon multiforium* (Zheng et Zhang) Zhang et Zheng

A-D. 径切面, A-B示射线细胞端壁具孔(箭头)和各式各样的交叉场纹孔1~4列, 3~9横列, 不具缘或具窄边, $\times 329$; C. 示径壁梯纹纹孔, 偶尔局部出现少数细小的具缘纹孔, 交叉场纹孔1~2列, 不具缘或半具缘, 最长达13横列, $\times 165$; D. 示管胞径壁具梯纹纹孔和大量的、保存完好的菌丝(箭头), $\times 165$ 。薄片编号: DFT-17。(标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

4-7 斯氏叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon szei* Wang

A-B. 横切面, 示管胞形态轮廓, A $\times 100$, B $\times 40$; C-G. 径切面, 示管胞径向壁纹孔和交叉场纹孔, C-E, G $\times 100$; F $\times 400$; H. 弦切面, 示低的射线和具隔的管胞, $\times 40$

广东省乐昌县关春坪石一矿,曲江红卫坑;上三叠世统良口群红卫坑组。

4.2.3 分类位置不明的松柏类

辽宁木属 *Liaoningoxylon* Zhang et Zheng gen. nov.

模式种: *Liaoningoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng sp. nov.

词源: 属名来自化石产地辽宁的汉语拼音

特征: 木材圆筒具髓。初生木质部和次生木质部。髓异质,在薄壁细胞的基本组织中散生垂向的、厚壁的分泌管,而且在分泌管的外围还有一个硬壁组织鞘;初生木质部内始式;次生木质部生长轮不明显或微显,管胞径向壁纹孔1~2列,圆形分离或接触;射线异型,单列,以直立细胞为主;交叉场纹孔少、简单。

讨论与对比: 新属突出的特点是在髓中具纵向分布的厚壁的分泌管,这一特征与某些属相似,如法国二叠纪的 *Walchiopremnon* Florin (1940), 印度二叠纪的 *Barakroxylon* (Surange et Maithy, 1961, 页108~113; Kulkarni et al. 1971), 美国亚历桑那晚三叠世地层中的 *Koleoxylon* (Dougherty) Vogellehner (1965), 中欧石炭—二叠纪—三叠纪的 *Europoxylon* Vogellehner (1965), 中国贵州晚二叠世龙潭组中的 *Guizhouxylon* Tang et Li (1992) 等。但在所有这些属中它们的纵向分泌管都比较简单,缺乏分泌管外围的硬壁组织鞘,所以,我们建立一新属。

时代与分布: 三叠纪;中国。

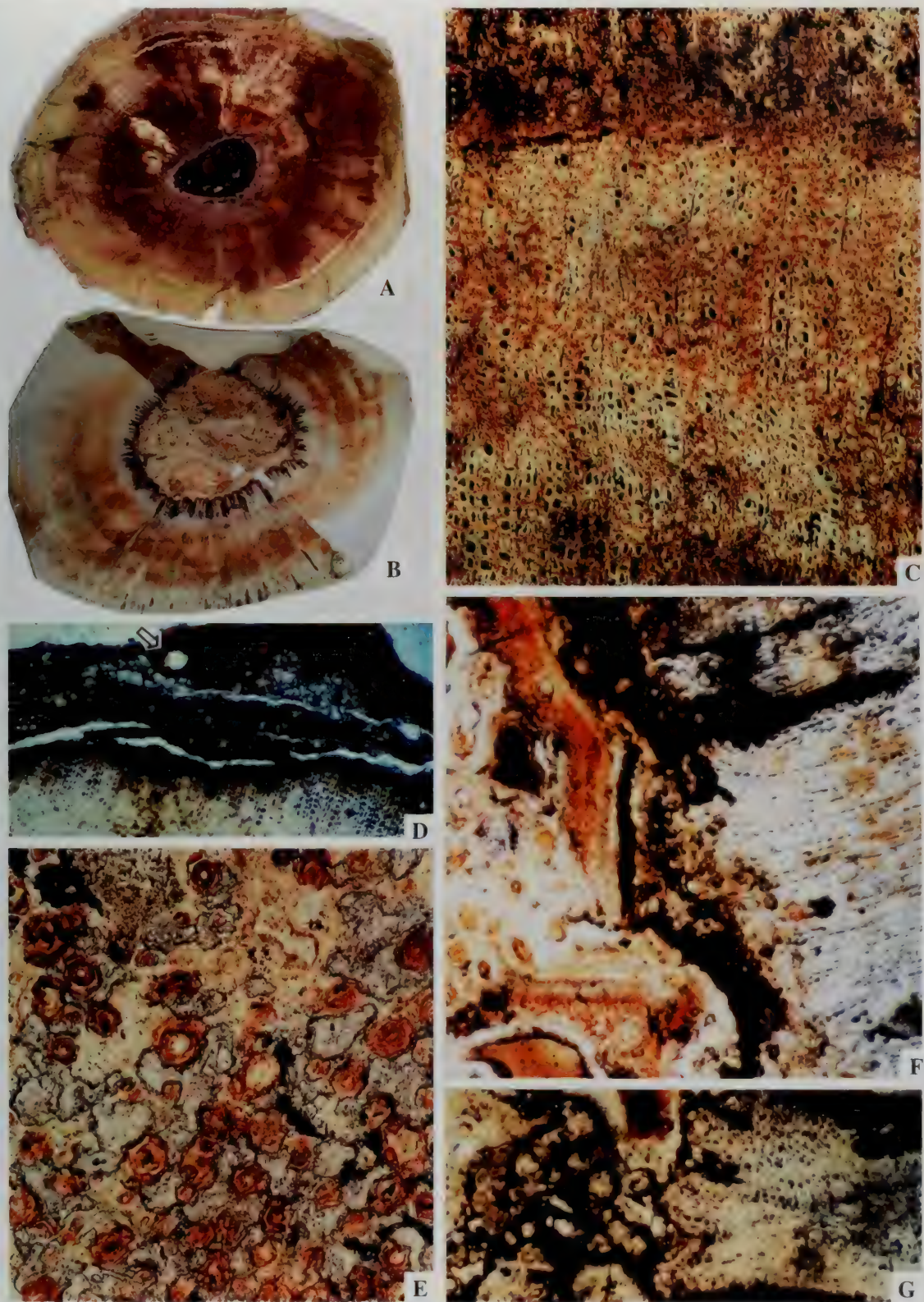
朝阳辽宁木 *Liaoningoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov. (图版4-8~4-10)

全型: GJ6-49, 副型标本编号: GJ11-1。

词源: 种名源自标本产地朝阳的汉语拼音 Chaoyang。

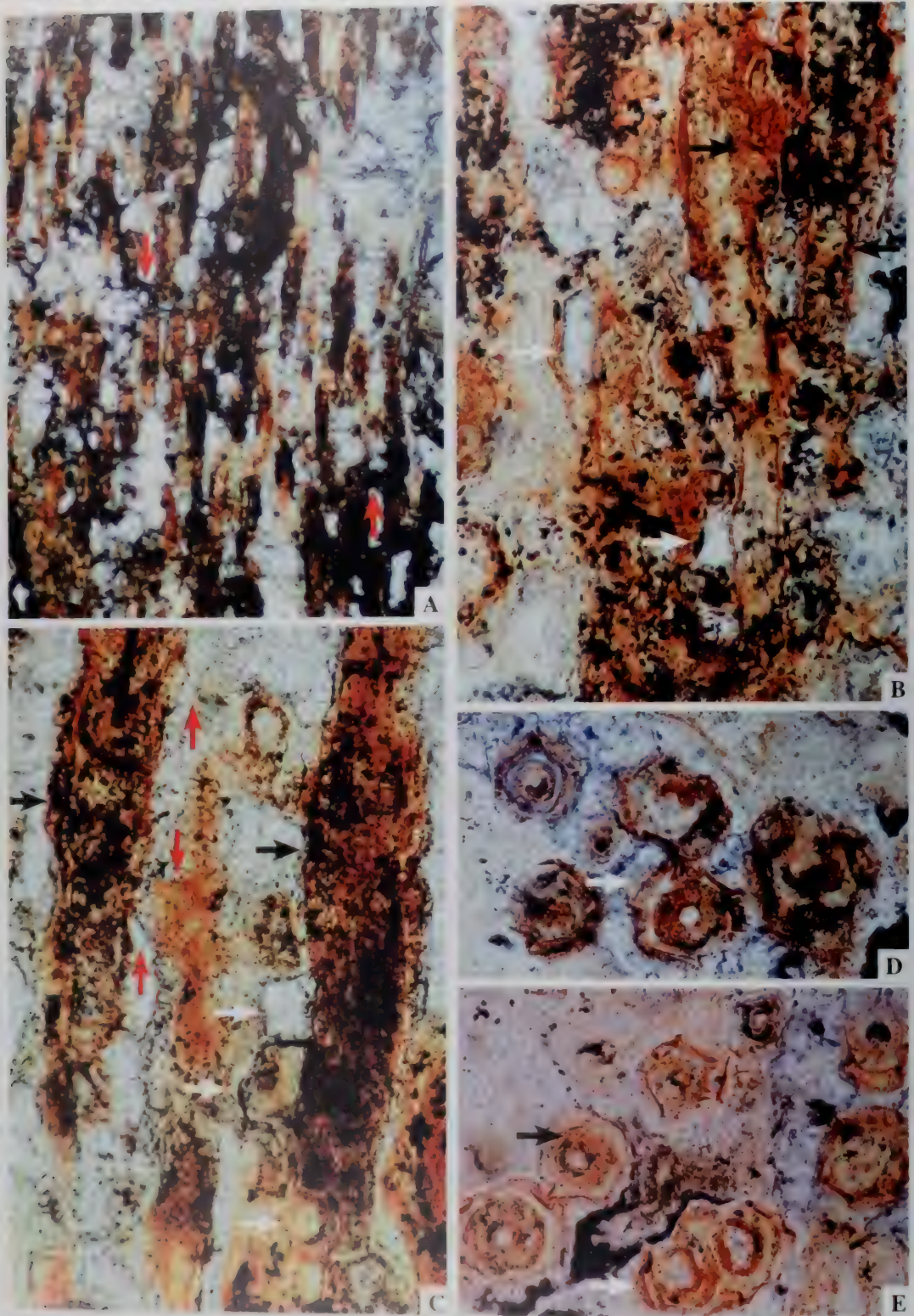
特征: 木材圆筒由髓、初生木质部、次生木质部和皮层组成。髓,异质,主要由薄壁细胞和分泌管组成。髓,在横切面中为圆形或椭圆形,作为基本组织的薄壁细胞,保存不好,细胞轮廓不清;分泌管散生,圆形,壁厚,腔圆,被多角形的厚壁细胞组成的鞘包围;分泌管在纵切面中垂向延伸,有时出现横管相连。初生木质部内始式;次生木质部生长轮明显或微显,径向壁纹孔1~2列,圆形分离或接触;射线单列,异形,以直立细胞为主;交叉场纹孔简单,每场1个,大,椭圆形,直立或倾斜。

描述: 木材圆筒由髓、初生木质部、次生木质部及皮层组成,直径约7~8 cm (图版4-8;图A、B)。髓为圆形或椭圆形,大小为14×9 mm~15×13 mm,由薄壁组织细胞和分泌管组成。髓中的薄壁细胞,大部分已腐烂,细胞的轮廓不清;分泌管很多,散生于薄壁细胞的基本组织之中,在横切面中,呈圆形或椭圆形,壁厚10~30 μm,内腔直径10~32 μm,在每个分泌管的周围被几个多角形的厚壁细胞组成的鞘包围 (图版4-8,图E;图版4-9,图D、E),有时两个相邻的管共用一个鞘,或两个相邻的鞘之间有一个较窄的开口连通 (图版4-9, E);在径切面中,分泌管为纵向长管状,保存长度一般为250~500 μm,最长达1300 μm,宽75~100 μm,由许多方形、长方形或多角形的厚壁细胞组成 (图版4-9,图A-C),分泌管之间有横向通道相连;初生木质部内始式,因保存不好,壁的纹孔式情况不明;次生木质部生长轮明显或微显;早材管胞横切面多为方形、长方形、圆形或椭圆形,一般大小为20×20 μm或20×35 μm左右,厚材管胞宽1~5个细胞宽,管胞壁无加厚,弦向微微压扁,大小为10×20 μm~20×30 μm;径向壁纹孔,具缘,1~2列,单列时圆形,分离或接近,双列时互生,不占满管胞,大小为10×10 μm左右,孔口稍膨大,2×5 μm左右;交叉场纹孔,多数每场1个,大,椭圆形,直立或斜卧,简单或半具缘;木射线多数单列 (90%以上),少数局部双列,9~24个细胞高,少数仅2~5个,最高可达55个,在高者当中射线细胞排列时局部多次出现双列 (3~5个细胞并列),射线细胞异型,它们的形态、大小变化很大,有伸长与平展两种,如具缘、具缘或三角状 (如图版4-10图A-B,箭头所示),一般大小为5×12 μm,8×15 μm,11×22 μm,5×30 μm,10×30 μm,6×50 μm,即宽与高的比为:1:2、1:3、1:6和1:8。许多射线小细胞被较厚的管胞包围,并常透入之。皮层在木材圆筒外围的局部地方被保存,由韧皮薄壁细胞组

图版4-8 朝阳辽宁木 *Liaoningoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

A-G. 横切面, A-B. 示髓部和次生木质部及微弱的生长轮, A $\times 1$ 。标本编号: GJ11-1; B $\times 1.8$ 。标本编号: GJ6-49 C是A的局部放大, 示管胞形态轮廓和生长轮, $\times 31$; D. 示次生木质部和发达的皮层, 箭头所指可能是皮层中的“气囊”薄壁细胞, E. 示髓中的厚壁细胞, $\times 62$; F-G. 示次生木质部、髓及髓中的厚壁细胞, $\times 31$, E-G. 标本编号: GJ6-49 (标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图 4 个 植物化石 *Lianingoxylon chaoxinfense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.



A—C. 纵切面：A. 示柱状纵向厚壁的厚壁纤维管状细胞和它们之间的横向通道（红色箭头所指）， $\times 305$ ；B—C 示无孔的厚壁细胞（黑色箭头所指）和其外的多角形厚壁细胞（白色箭头所指），为厚壁纤维管状细胞之间的纤维组织（红色箭头所指），B—C $\times 152$ ；D—E. 横切面，示厚壁纤维管状细胞（白色箭头所指）和纤维组织（红色箭头所指），D—E $\times 305$ ，A—E 标本编号：1201—1205。（此图在《植物化石》杂志发表时已作修改）

图版4-10 朝阳辽宁木 *Liaoningoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

A-B. 弦切面，示单列异型射线，有的射线细胞纵向强烈伸长（红色箭头所示），也有的呈比较短的椭圆形（白色箭头所示），A×170，B×340，标本编号：GJ6-49；C-D. 径切面，示径向壁纹孔和交叉场纹孔，×340 标本编号：GJ11-c （标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

三、在保存完好、浸有少数地方可见较小的圆形或方形细胞，偶尔可见较大的圆孔，直径大约 $143\text{ }\mu\text{m}$ (图版4-8, 图D)，它可能为一种“气囊” (?)。

讨论：在蕨种的髓中，有许多垂向的分泌管，构造非常特殊，在管的外围有一个由硬壁细胞组成的“鞘”，它们可能起到保护分泌管的作用，同时有些分泌管之间互相联通也可能起到互相沟通和互相支撑的作用，尤其在气候干旱的情况下，还能起到防止水分过度蒸发的作用，因含化石的地层是一套紫红色的砂页岩，显示比较干旱的气候条件，可能为了适应生存环境，形成此结构。此种木材构造特殊，其亲缘关系不明。

产地及层位：辽宁省朝阳市段木头沟；下三叠统红砬组。

田氏木属 *Tianoxylon* Zhang et Zhenh gen. nov.

模式种：*Tianoxylon duanmutougouense* Zhang et Zheng sp. nov.

词源：属名来自田宝霖教授的姓，为赠誉他对我国煤核研究所做的贡献。

属部：木材圆筒具髓，初生木质部及次生木质部。髓，异质，髓中有薄壁细胞和不均匀分布的、纵向的分泌管；初生木质部内始式；次生木质部具生长轮；径向壁纹孔南洋杉式；木射线多列，很高，射线细胞的弦向壁、径向水平壁和端壁均具孔。木薄壁组织细胞存在。

讨论与比较：新属的突出特征是髓大、异质，次生木质部的木射线多列、很高、且其射线细胞的弦向壁和径向水平壁与端壁均具孔，接近疏木型木材。新属的次生木质部特征与 *Planoxylon* (Stopes, 1916, pp. 111~125) 略可比较，在径向壁具缘纹孔的特征、射线细胞弦向壁及径向水平壁具孔方面是相似的。但它仅代表一个只有次生木质部的、密木型的木材，而新种是具髓的，髓中有薄壁细胞、厚壁细胞和分泌管。而且新种有极高的、密集的和很宽的木射线。因此，两者是完全不同的 *Abietopitys* (Kräusel, 1928, pp. 55) 的射线细胞水平壁和弦向壁也具孔，这与新种也略可比较，但它的初生木质部是中始式的，两者区别明显。在木射线细胞多列、具孔、径切面射线以直立细胞为主等特征方面与本文中描述的 *Scalaroxylon multiflorum* 相似，但后者仅为次生木质部木材，髓部和初生木质部情况不明，不应为同属。迄今，像这种具异质髓的和多列射线的木化石与所有已知各属都不相同，故建立一新属。

时代与分布：三叠纪；中国。

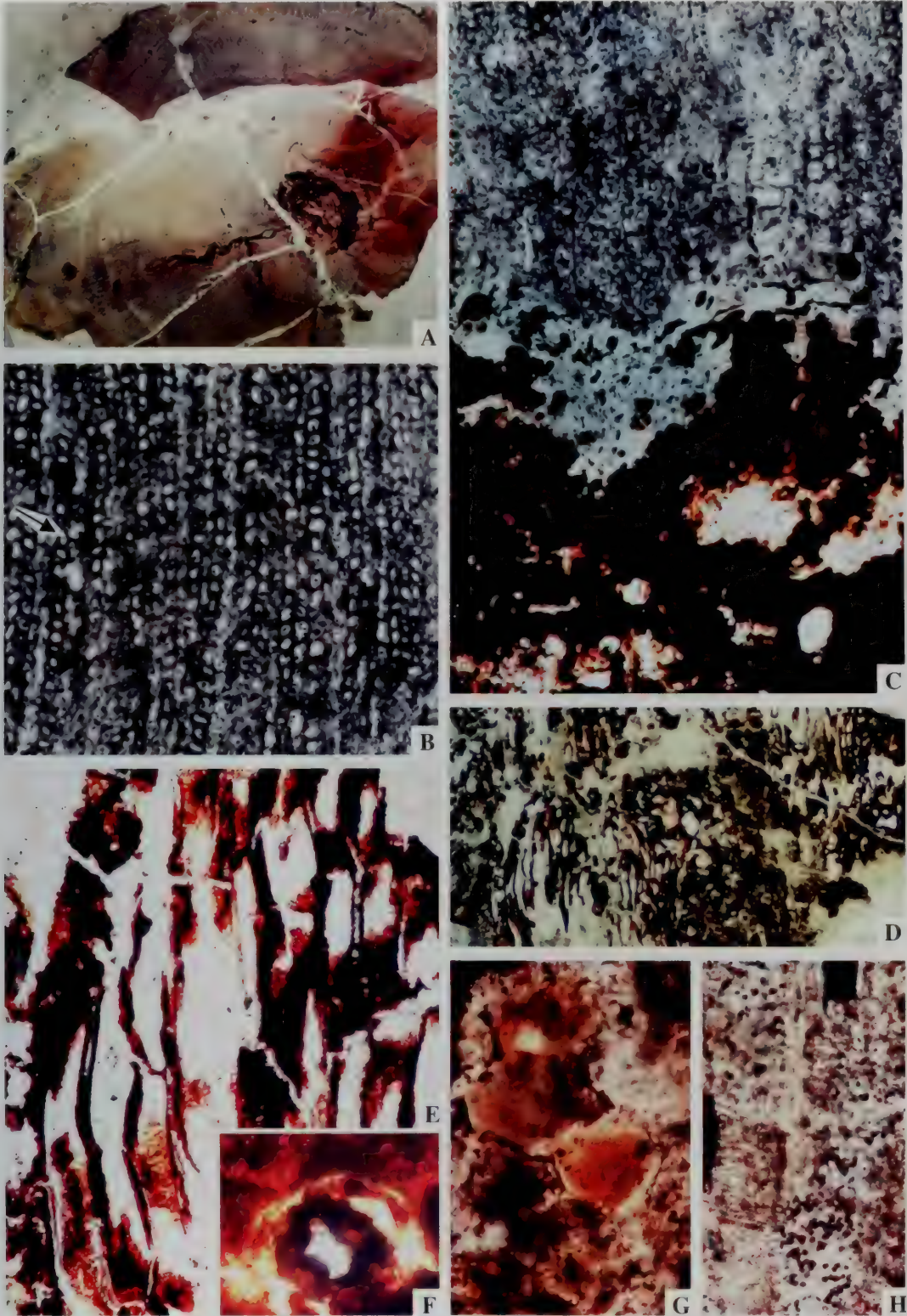
段木头沟田氏木属 *Tianoxylon duanmutougouense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov. (图版4-11~4-13)

模式标本：GJ6-46，副模式标本：GJ6-47

词源：属名是赠誉我国著名煤核和古植物研究专家田宝霖教授的，种名是根据化石产地“段木头沟”的汉语拼音“duanmutougou”而来的。

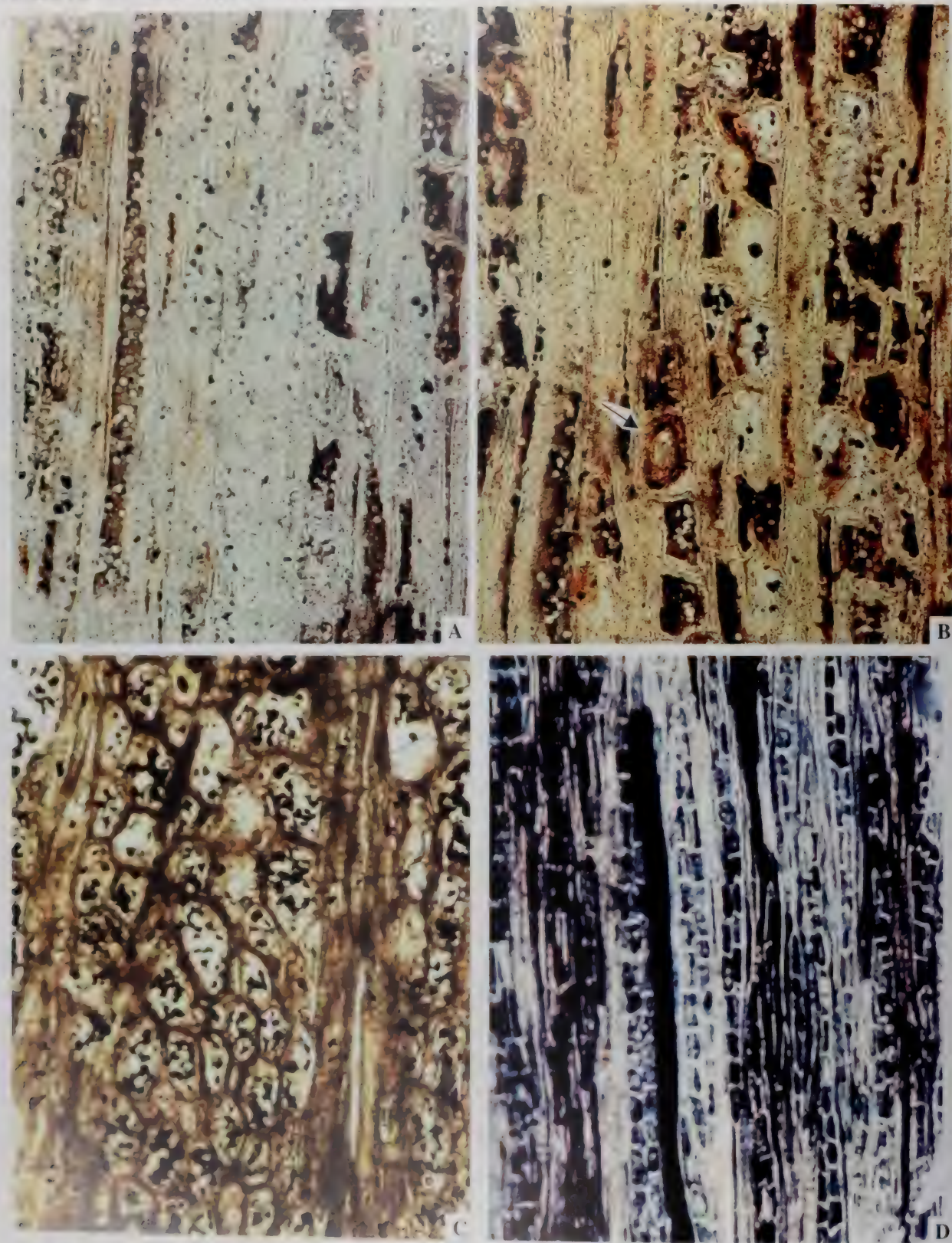
特征：木材圆筒具髓，初生木质部和次生木质部。髓异质，髓中有薄壁细胞和不均匀分布的、纵向分泌管，初生木质部内始式，次生木质部具生长轮，径壁纹孔南洋杉式，木射线多列，射线细胞的弦向壁、径向水平壁和端壁均具孔。射线细胞异型，多数宽1~3列，少数可达8列，一般高度为15~30，个别高达60个细胞以上，以直立和方形细胞为主，木薄壁细胞存在。

描述：茎干为圆柱形，直径40~45 mm，具髓，髓为椭圆形，较小，直径5~7 mm，髓的大部分在硅化后已被破坏，仅局部可见保存有薄壁细胞和纵向分布的分泌管（图版4-11图C-G），薄壁细胞为多角形，大小为 $50\times 70\text{ }\mu\text{m}$ ~ $70\times 90\text{ }\mu\text{m}$ ，分泌管横切面为多角形，直径为80~100 μm ，纵向长500~1000 μm ，每个分泌管是由许多纵向伸长的细胞组成，单个细胞长115~300 μm ，宽40~80 μm ；初生木质部内始式，径向壁纹孔可见很细的横纹加厚。次生木质部发达，生长轮存在但不明显（图版4-11图A），秋材带很窄（图版4-11图B箭头所示），有些微微压扁的细胞大小为 $15\times 30\text{ }\mu\text{m}$ ，春材带很宽，管胞正常与异常二种类型，椭圆形等，一般大小为 $30\times 40\text{ }\mu\text{m}$ ~ $45\times 60\text{ }\mu\text{m}$ ，但常常被挤压或扭曲，并经常充填棕色物质，次生木质部管胞具缘纹孔3~5列，圆形、分离或微微靠近，但不呈角形，直径10 μm 左右，孔口略圆，直径约1 μm 左右，纹孔缘纹孔具缘，多、小、圆形、分离，1~3纵列，5~10横列，直径8~10 μm ，

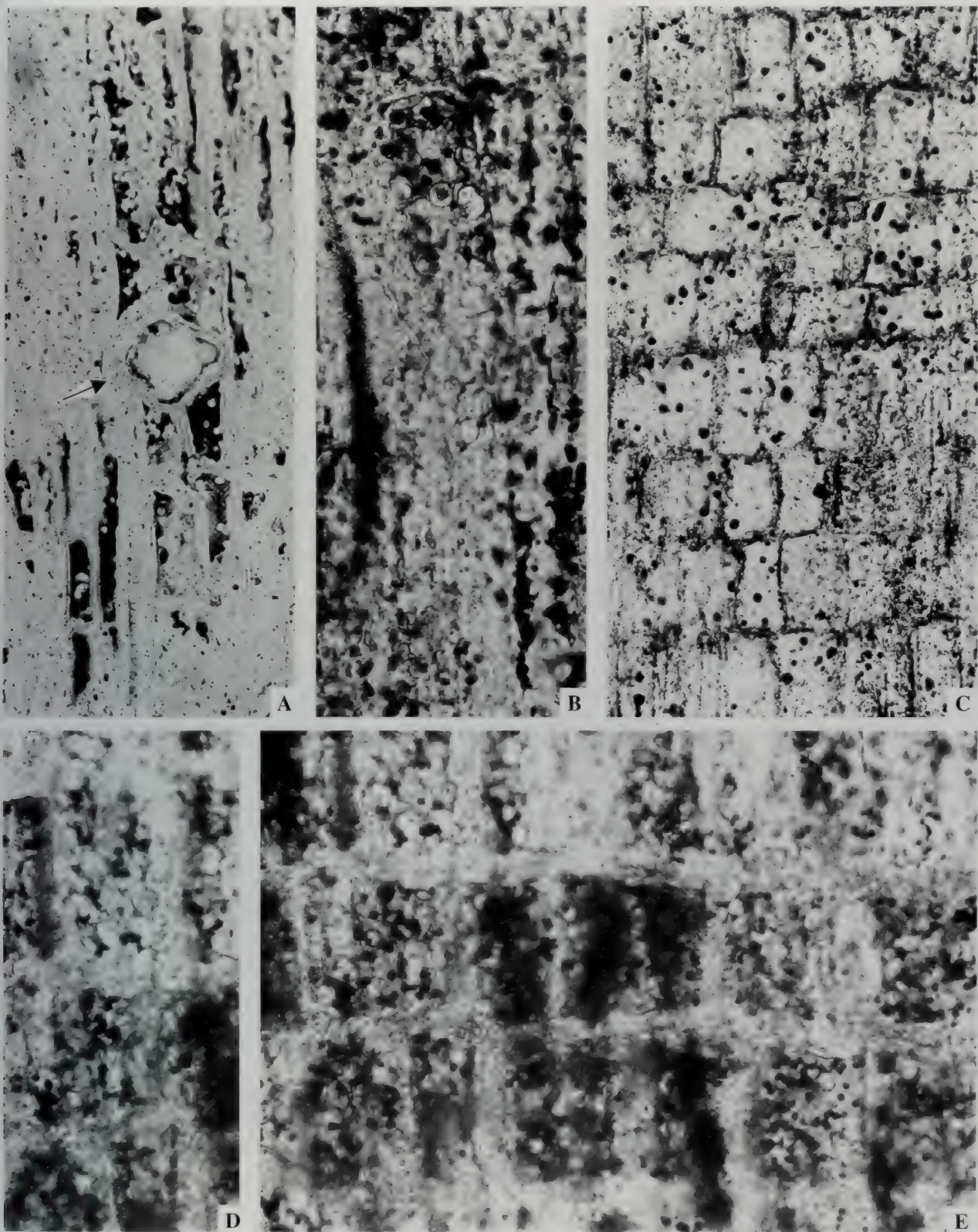
图版4-11 断木头沟田氏木 *Tianoxylon duanmutougouense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

A-C. 横切面, A. 示髓、次生木质部和微弱的生长轮, $\times 2$, 薄片编号: GJ6-46a; B. 示次生木质部管胞的形态轮廓和微弱的生长轮 (箭头所示), $\times 58$, 薄片编号: GJ6-46e; C. 示髓、初生木质部和次生木质部, $\times 58$, 薄片编号: GJ6-46a; D-E, H. 径切面, D-E. 示髓中厚壁细胞径向形态轮廓, D $\times 144$, E $\times 287$; H. 示初生木质部管胞中具梯纹, $\times 287$. 薄片编号: GJ6-47b; F-G. 横切面, F. 示髓边缘的厚壁细胞; G. 示髓边缘的薄壁细胞, $\times 287$. 薄片编号: GJ6-46a (标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图版 12 新木属 *Timuxylon daomumangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.



图版 12 新木属 *Timuxylon daomumangense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov. A. 切向切面，示射线木纤维或薄壁细胞和木纤维细胞均具孔 (×169)；B. 示射线细胞 1-3 列，具孔，个别的细胞含单纹孔 (放大 10 倍) (×169)；C. D. 弦切面，示很高的多列木射线和长方形—多边形纤维束细胞 (×169)；(标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图版4-13 断木头沟田氏木 *Tianoxylon duanmutougouense* Zhang et Zheng gen. et sp. nov.

A. 弦切面，示双列射线中的方形、厚壁细胞， $\times 175$ 薄片编号：GJ6-46c。B-E. 径切面，B. 示管胞径向壁纹孔， $\times 350$ ；C. 示射线细胞是直立的和方形的， $\times 175$ ；D-E. 示交叉场纹孔，小，圆， $\times 350$ ；B-E的薄片编号：GJ6-46b （标本与薄片保存在沈阳地质矿产研究所）

射线细胞 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ 左右。木射线多列，密集，线形，细胞异质，以薄壁细胞为主，间夹少量厚壁细胞，这些细胞平纹壁，而且形态也特殊，有的明显偏大，（如图版4-12，图B，图版4-13，图A箭头所示），多数射线宽1~3列，少数宽可达8列，射线细胞以纵向伸长的长方形为主，部分不规则多角形为辅，两端为强烈伸长的三角形，弦壁具许多圆形的、不具缘的小孔，孔的直径 $6 \sim 8 \mu\text{m}$ 左右，木射线的高度多数15~30个细胞高，较低者3~8个，较高者可达63个；径向射线细胞以直立和方形细胞为主，径向射线细胞的水平壁和端壁均具很小的、简单的孔（图版4-13，图C）。管胞弦向壁具简单圆形小孔1~3列，直径 $8 \sim 10 \mu\text{m}$ 。木薄壁细胞存在。

讨论与比较：新种在许多特点方面与产自匈牙利北部中新世 Sarmatian 层中的 *Tetracentronites hungaricum* Greguss (Greguss, 1964, p.277~281) 有相似之处，如径壁纹孔式、交叉场纹孔式、射线细胞异型，以直立细胞和方形细胞为主等特征方面。Greguss认为该木化石为同型木，有可能是现代无导管被子植物的祖先。在我们这个标本中，局部管胞确实也有较大直径者，但在管胞中没有发现梯纹加厚，不过，在亲缘关系方面，虽然我们暂时将它置于松柏类，但也不排与 *Tetracentronites hungaricum* Greguss有密切关系的可能性。产于洲欧（中德盆地）石炭系中的 *Europoxylon germanicum* Vogellehner (1965, p.55, fig.114)，其髓中具横隔的垂向分泌管与当前标本髓中的分泌管有些类似，但其它特征不同，不可能为同种。

产地与层位：辽宁省朝阳市段木头沟；下三叠统红砬组。

异木属 *Xenoxylon* Gothan, 1905

模式种： *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan, 1905

属征：管胞径向壁纹孔1~2列，大部因为紧挤而被压扁，宽大于高，很少为卵圆形；交叉场纹孔，大，宽椭圆形（窗格形），每场1个，很少2个；射线细胞壁无孔。木薄壁组织有时存在。树脂道缺乏。

时代与分布：三叠纪—白垩纪；欧洲，东亚，北极，北美。

椭圆异木 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, (图版4-14, A-I)

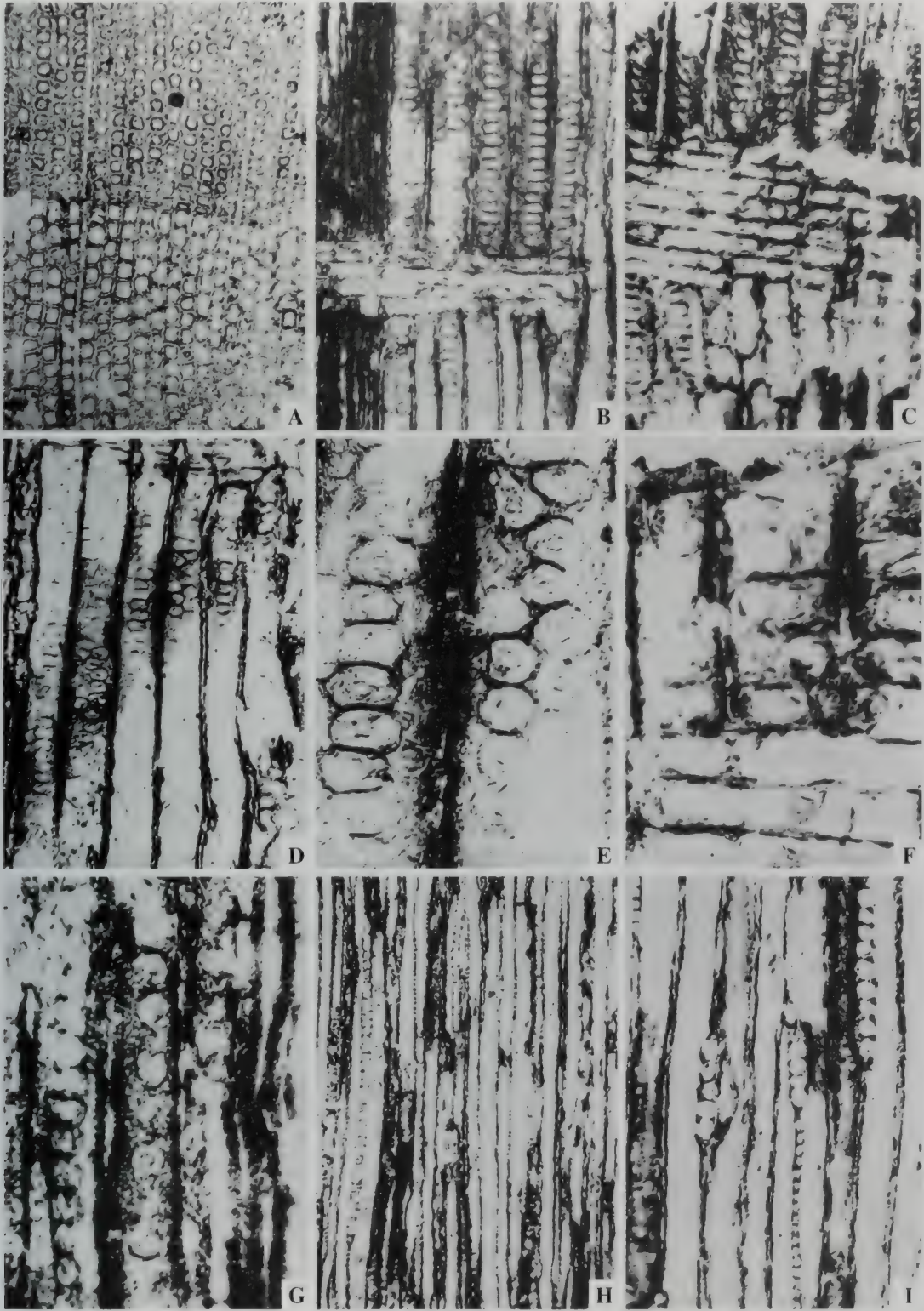
1988 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 页67~69, 图版2, 图4-7; 插图1a-c。

1991 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 王世俊, 页66~69, 图版1, 图1-8。

2001 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 郑少林等, 页75, 图版3, 图1-10; 插图5。

特征：次生木质部生长轮明显；管胞横切面近方形或长方形，管胞径向壁具缘纹孔多数为单列紧排，局部出现双列，互生，椭圆形、扁圆形，双列时几乎占满整个管胞，孔口为圆形或椭圆形，少数呈斜圆形；射线单列，偶见双列，2~37个细胞高，常见2~9个细胞，射线细胞圆形，直径 $30 \mu\text{m}$ ，壁光滑。

产地与层位：广东省乐昌县关春坪石一矿；上三叠统良口群红卫坑组。

图版4-14 椭圆异木 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel (据王士俊, 1991)

A. 横切面, 示生长轮及管胞形态, $\times 40$; B-G. 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔, B-D. $\times 100$, E-G. $\times 400$; H-I. 弦切面, 示单列射线, H $\times 40$, I $\times 100$

第五章 侏罗纪木化石*

(王永栋、李楠、杨小菊、张武)

5.1 中国侏罗纪木化石研究概况

中国对侏罗纪木化石的研究有悠久的历史。1929年张景钺 (C. Y. Chang) 在 *Bulletin of Geological Society of China* (《中国地质学会会刊》) 发表了中国第一篇木化石研究论文—“A new *Xenoxylon* from Northern China”《中国河北异木之新种》, 在中国木化石研究历史上具有里程碑式的意义, 该文也是侏罗纪木化石研究的开篇之作。之后, 日本学者 Shimakura (1935 ~ 1936) 对东北吉林等地的侏罗纪木化石作了部分描述性的研究。之后直到 1951 年, 斯行健发表《北满木化石》(英文) 一文, 对东北中生代三种木化石进行了深入研究, 其中包括晚侏罗世火山岩中的一种木化石。十多年后, 斯行健等 (1963) 在《中国中生代植物》一书中, 专门辟出“裸子植物木化石”一节, 总结与描述了以侏罗纪和白垩纪为主的中国中生代木化石材料, 其中涉及到 7 种侏罗纪的木化石材料。随后的二十年间, 有关中国侏罗纪木化石研究的进展较为缓慢, 发表成果不多。直到 20 世纪 80 年代, 这一局面才有所改观, 侏罗纪木化石的研究成果逐渐增加, 研究涉及的地域和层位也较为广泛。杜乃正 (1982) 报道了黑龙江嘉荫上侏罗统的两种木化石—宽孔异木 (*Xenoxylon latiporosum*) 以及黑龙江原始云杉型木 (*Protopiceoxylon amurense*)。郑少林和张武 (1982) 在研究黑龙江东部地区龙爪沟群和鸡西群植物化石时, 也详尽描述了几种侏罗纪的木化石, 包括密山原始柏型木 (*Protocupressinoxylon mishanense*) 和裴德异木 (*Xenoxylon peidense*)。段淑英 (1986) 记述了北京延庆侏罗纪的一种异木化石 (*Xenoxylon latiporosum*)。张善祯和曹正尧 (1986) 在南方安徽含山的晚侏罗世地层中描述了一种柏型木化石—含山柏型木 (*Cupressinoxylon hanshanense*), 成为我国南方地区侏罗纪木化石研究的重要发现。随后, 周志炎和章伯乐 (Zhou and Zhang, 1989) 用扫描电镜方法研究了河南义马一种菱铁矿化的原始柏型木化石 (*Protocupressinoxylon* sp.), 并报道了其中保存的植物与昆虫相互作用的证据——虫穴和虫矢。

近十多年来,侏罗纪木化石的研究日渐活跃,研究者也陆续增加。在东北辽西地区陆续有侏罗纪木化石材料的发现和报道(Phillippe et al., 1999; 张武等, 2000a; 丁秋红等, 2000; 郑少林等, 2001)。除此之外,何德长和张秀仪(1993)分析并记述了河南义马和宁夏灵武侏罗纪煤中的木化石。段淑英和彭光照(1998)描述了四川自贡中侏罗世的一种木化石——自贡南洋杉木(*Araucarioxylon zigongensis*)。张武等(2000)根据北京延庆木化石材料,报道了苏格兰木(*Scotoxylon*)在中国的首次发现。王永栋、张武等(2000)对新疆奇台的晚侏罗世硅化木进行了描述与研究。除了上述描述性的工作之外,探讨木化石古生态方面的总结性工作也取得了进展(丁秋红等, 2000)。

最近, 郑少林 (2004) (见: 王五力等, 2004) 报道了辽西北票地区晚侏罗世土城子阶的三种木化石新材料; 郑少林等 (2005) 在辽西中侏罗世髫髻山组中发现了萨尼木属化石 (*Sahnioxylon*); 王永栋、张武等 (2005), Wang et al. (2005) 以及张武等 (Zhang et al., 2006) 报道并详细研究了辽西中侏罗世髫髻山组木化石与蕨类有密切系统关系的木化石新类型——李氏木 (*Lioxylon*)。另外, 王永栋、杨小菊 (2006), 杨小菊、王永栋等 (2006) 还先后简要报道了新近发现的四川射洪晚侏罗世硅化木化石群。

的主要特征及意义。目前已经发表的有关中国侏罗纪的木化石研究论文和著作约25篇左右。随着工作的不断深入, 预计在今后几年有关侏罗纪木化石新材料的研究将会继续取得进展。

表5.1 中国侏罗纪木化石属种类型及地质地理分布

属 种	产 地	层 位	文 献
辽宁李氏木 <i>Lioxylon liaoningense</i>	辽宁北票	中侏罗统 髫髻山组	Zhang Wu et al., 2006
双螺旋雅观木 <i>Perisemoxylon bispirale</i>	河南义马	中侏罗统 义马组	何德长, 张秀仪, 1993
自贡南洋杉型木 <i>Araucarioxylon zigongensis</i>	四川自贡	中侏罗统 下沙溪庙组、 新田沟组	段淑英, 彭光照1998
巴图南洋杉型木 <i>Araucarioxylon batuense</i>	辽宁朝阳、义县	中侏罗统 髫髻山组 (蓝旗组)	段淑英, 2000
含山柏型木 <i>Cupressionxylon hanshanense</i>	安徽含山	上侏罗统 含山组	张善桢, 曹正尧, 1986
辅仁柏型木 <i>Cupressinoxylon fujeni</i>	河北涿鹿	上侏罗统	斯行健等, 1963
髫髻山简单髓木 <i>Haplomyeloxylon tiaojishangense</i>	辽宁北票	中侏罗统 髫髻山组	本书
象牙叶枝杉型木(比较种) <i>Phyllocladoxylon cf. eboracense</i>	吉林营城	上侏罗统 火石岭组	Shimakura, 1935—1936
灵武原始雪松型木 <i>Protocedroxylon lingwuense</i>	宁夏灵武	中侏罗统 延安组 (?)	何德长, 张秀仪, 1993
原始柏型木 (未定种) <i>Protocupressionxylon sp.</i>	河南义马	中侏罗统 义马组	Zhou Zhiyan and Zhang Bole, 1989
朝阳原始叶枝松型木 <i>Protophyllocladoxylon chaoyangense</i>	辽宁朝阳	下侏罗统 北票组	张武, 郑少林, 丁秋红, 2000
弗兰肯原始叶枝杉型木 <i>Protophyllocladoxylon franconicum</i>	辽宁北票	上侏罗统 土城子组	郑少林, 张武, 丁秋红, 2001
黑龙江原始云杉型木 <i>Protopiceoxylon amurense</i>	黑龙江嘉荫	上侏罗统 宁远村组	杜乃正, 1982
绝灭原始云杉型木 <i>Protopiceoxylon extinctum</i>	河北涿鹿	上侏罗统	斯行健等, 1963
新疆原始云杉型木 <i>Protopiceoxylon xinjiangense</i>	新疆奇台	上侏罗统 石树沟群	王永栋, 张武, 斋木健一, 2000
朝阳原始云杉木 <i>Protopiceoxylon chaoyangensis</i>	辽宁朝阳、义县	中侏罗统 髫髻山组	段淑英, 2000
矢部原始云杉型木 <i>Protopiceoxyton yabei</i>	吉林火石岭	中—上侏罗统	斯行健等, 1963
巴图营子原始罗汉松型木 <i>Protopodocarpoxyton batuyingziense</i>	辽宁北票	上侏罗统 土城子组	郑少林, 2004 (见王五力等, 2004)
辽西原始金松型木 <i>Protosciadopityoxylon liaoxiense</i>	辽宁朝阳、凌源、 喀左	下侏罗统 北票组	郑少林, 张武, 丁秋红, 2001
热河原始金松型木 <i>Protosciadopityoxylon jeholense</i>	辽宁北票	下侏罗统 北票组	张武, 郑少林, 丁秋红, 2000
辽宁原始金松型木 <i>Protosciadopityoxylon liaoningense</i>	辽宁北票	下侏罗统 北票组	Zhang, Zheng and Ding, 1999

属 种	产 地	层 位	文 献
罗马尼亚落叶杉型木 <i>Pristoxylon romanense</i>	辽宁北票	上侏罗统 土城子组	郑少林, 2004
延庆苏格兰木 <i>Scotoxylon yanqingense</i>	北京延庆	上侏罗统 土城子组	张武, 郑少林, 丁秋红, 2000
黑州金松型木 <i>Sciadopityoxylon heizyoense</i>	辽宁凌源	下侏罗统 北票组	张武, 郑少林, 丁秋红, 2000
椭圆异木 <i>Xenoxylon ellipticum</i>	辽宁北票	上侏罗统 土城子组	丁秋红, 郑少林, 张武2000; 郑少林, 张武, 丁秋红, 2001
河北异木 <i>Xenoxylon hopeiense</i>	河北涿鹿 辽宁北票、朝阳	上侏罗统 下侏罗统 北票组 中侏罗统 髫髻山组	Chang, C.Y., 1929
宽孔异木 <i>Xenoxylon latiporosum</i>	辽宁北票 辽宁北票 北京延庆 黑龙江嘉荫、密山 新疆奇台	下侏罗统 北票组 中侏罗统 髫髻山组 上侏罗统 土城子阶 上侏罗统 土城子组 上侏罗统 宁远村组 上侏罗统 石树沟群	段淑英, 1986; 杜乃正, 1982; 斯行健, 1951; 丁秋红, 郑少林, 张武, 2000; 郑少林, 2004 王永栋, 张武等, 2000
日本异木 <i>Xenoxylon japonicum</i>	辽宁朝阳	下侏罗统 北票组	丁秋红, 郑少林, 张武, 2000
裴德异木 <i>Xenoxylon peidense</i>	黑龙江密山 辽宁喀左 辽宁铁岭	上侏罗统 东胜村组; 下侏罗统 北票组 中侏罗统 英树沟组	郑少林, 张武, 1982; 丁秋红, 郑少林, 张武, 2000
拉杰马哈尔萨尼木 <i>Sahnioxylon rajmahalense</i>	辽西北票	中侏罗统 髫髻山组	张武等, 2005
萨尼木 (未定种) <i>Sahnioxylon sp.</i>	辽西北票	中侏罗统 髫髻山组	Philippe et al., 1999; 张武等, 2005

5.2 中国侏罗纪木化石的地质地理分布

中国已报道的侏罗纪木化石主要分布于9个省(自治区、直辖市), 其中尤以北方为主。主要代表性的产地包括: 辽宁北票、阜新、朝阳、义县、凌源、喀左、铁岭, 黑龙江嘉荫、宝清、密山, 吉林营城, 河北涿鹿, 北京延庆, 新疆奇台, 四川自贡、射洪, 河南义马, 安徽含山等18个产地(插图1.3)。在产出层位上, 从早侏罗世、中侏罗世到晚侏罗世地层均有化石代表。早侏罗世木化石的产出层位较为单一, 主要是辽西地区的北票组。中侏罗世化石产出范围增加, 主要包括: 辽西地区的髫髻山组, 辽宁铁岭英树沟组, 河南义马组, 以及四川自贡的下沙溪庙组和新田沟组。晚侏罗世木化石的分异较为明显, 无论是分布范围、产出层位以及化石类型等, 均呈现出多样化的特征。主要产地层位包括: 黑龙江嘉荫宁远村组, 密山东胜村组, 吉林营城火石岭组, 辽西土城子组, 北京延庆土城子组, 新疆奇台石树沟群(组)以及四川射洪蓬莱镇组等(参见表1.3.2)。

近几年来, 新疆奇台、北京延庆和四川射洪等三个侏罗纪木化石的产地先后建立了以硅化木为特色的“国家地质公园”(National Geoparks of China), 这对于侏罗纪木化石的进一步保护和科学研究等提供了有利条件。

中国侏罗纪木化石产地分布(参见插图1.3中的黑色方框, 编号(32—49))与产地详述如下: 32. 黑龙江嘉荫, 33. 黑龙江密山, 34. 吉林营城, 35. 辽宁阜新, 36. 辽宁北票, 37. 辽宁朝阳, 38. 辽宁义县, 39. 辽宁凌源, 40. 辽宁喀左, 41. 辽宁铁岭, 42. 河北涿鹿, 43. 北京延庆, 44. 新疆奇台, 45. 宁夏灵武, 46. 河南义马, 47. 四川自贡, 48. 四川射洪, 49. 安徽含山。

5.3 侏罗纪木化石的分类学属性和多样性特征

中国侏罗纪木化石目前已发表描述的类型已经有16属33个种，大多数仅保存有次生木质部；仅有四个化石类型保存有髓部构造，包括：李氏木属（*Lioxylon*），苏格兰木属（*Scotoxylon*），简单木属（*Haplomyloxyton*）以及萨尼木属（*Sahnioxylon*）。根据木化石与现代木材解剖特征的比较，中国已记述发表的侏罗纪木化石可以归入到苏铁类、本内苏铁类、松柏类以及分类位置不明等几大类型，其中在属种类型多样性方面尤以松柏类占优势（表5.2，插图5.1）。

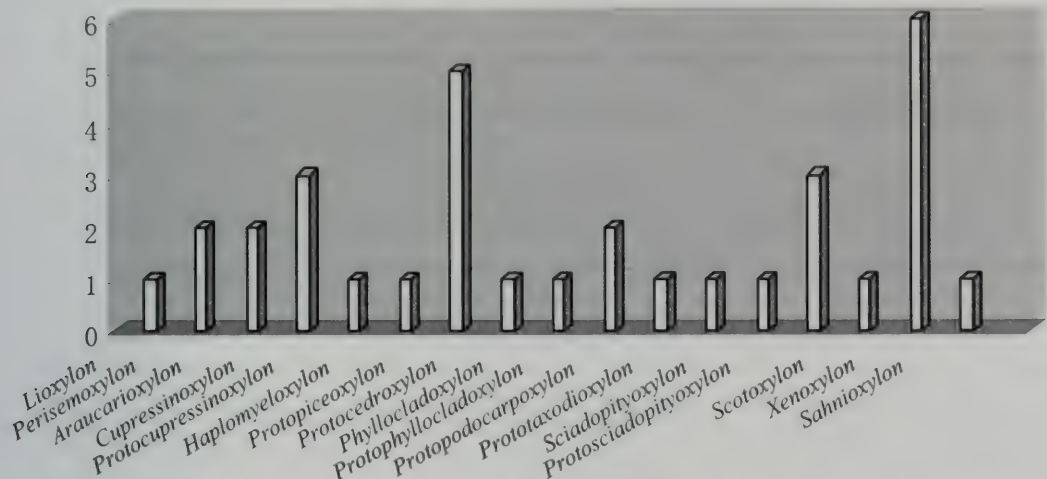


插图5.1 中国侏罗纪木化石的属级分类多样性特征（纵坐标数字代表属的种数）

1) 苏铁类：中国侏罗纪可以归入苏铁类的木化石主要以李氏木属（*Lioxylon*）为代表。李氏木为具有解剖构造的茎干化石，其横切面上具有一个大的髓，髓外由木质部圆筒、皮层及大量的叶柄基和鳞片基组成。髓中分布有大量薄壁细胞、运输细胞、黏液腔和木质部束。髓外的木质部圆筒为中始式，即由向心生长和离心生长的木质部组成。通过与现生苏铁类在茎干解剖方面诸多共同特征的比较表明，李氏木与苏铁类有着更加密切的系统学关系，而与本内苏铁类有着主要的区别（王永栋等，2005；Wang et al., 2005），张武等（见 Zhang et al., 2006）。

2) 本内苏铁类：双螺纹雅观木（*Perisemioxylon bispirale*），发现于河南义马和宁夏灵武的中侏罗世煤中（何德长、张秀仪，1993）。该种的管胞内外壁均具有螺纹，表明管胞的原生壁就有螺纹；树干表皮角质层强烈弯曲，加之射线细胞颇短，不显生长轮和纹孔变化大等特点，原作者认为这些显示了苏铁类植物的特征（何德长、张秀仪，1993）。但本书认为该种可能需要做进一步的采集和研究，暂归入本内苏铁类。

雅观木（未定种）（*Perisemioxylon* sp.），描述于宁夏灵武的中侏罗世煤层中（何德长、张秀仪，1993）。该种的管胞很小，无明显生长轮，纹孔形态变化很大，树干表皮细胞气孔器为连唇式，原作者认为这些均显示本内苏铁类的特征。由于标本保存的关系，对其分类位置尚值得做深入的研究。

表5.2 中国侏罗纪木化石的分类学属性和多样性特征

植物类群	属 名	种数	种 名
苏铁类	<i>Lioxylon</i> (李氏木属)	1	<i>Lioxylon liaoningense</i> Zhang, Wang, Saiki, Zheng et Li (辽宁李氏木)
	<i>Perisemioxylon</i> (雅观木属)	1	<i>Perisemioxylon bispirale</i> He et Zhang (双螺纹雅观木)
本内苏铁类	<i>Perisemioxylon</i> (雅观木属)	1	<i>Perisemioxylon</i> sp. (雅观木) (未定种)

松柏类	<i>Araucarioxylon</i> (南洋杉型木属)	2	<i>Araucarioxylon zigongensis</i> Duan (自贡南洋杉型木) <i>Araucarioxylon batuense</i> Duan (巴图南洋杉型木)
	<i>Cupressinoxylon</i> (柏型木属)	2	<i>Cupressinoxylon hanshanense</i> Zhang et Cao (含山柏型木) <i>Cupressinoxylon fujeni</i> Mathews et Ho (辅仁柏型木)
	<i>Protocupressinoxylon</i> (原始柏型木属)	1	<i>Protocupressinoxylon</i> sp. (原始柏型木)(未定种)
	<i>Haplomyeloxylon</i> (简单髓木属)	1	<i>Haplomyeloxylon tiaojishanense</i> sp. nov. (髻髻山简单木)
	<i>Protopiceoxylon</i> (原始云杉型木属)	5	<i>Protopiceoxylon amurense</i> Du (黑龙江原始云杉型木) <i>Protopiceoxylon extinctum</i> Gothan (绝灭原始云杉型木) <i>Protopiceoxylon xinjiangense</i> Wang, Zhang et Saiki (新疆原始云杉型木) <i>Protopiceoxylon chaoyangensis</i> Duan (朝阳原始云杉型木) <i>Protopiceoxylon yabei</i> (Shimakura) Sze (矢部原始云杉型木)
	<i>Protocedroxylon</i> (原始雪松型木属)	1	<i>Protocedroxylon lingwuense</i> He et Zhang (灵武原始雪松型木)
	<i>Phyllocladoxylon</i> (叶枝杉型木属)	1	<i>Phyllocladoxylon</i> cf. <i>eboracense</i> (Holden) Kräusel (象牙叶枝杉型木)(比较种)
	<i>Protophyllocladoxylon</i> (原始叶枝杉型木属)	2	<i>Protophyllocladoxylon chaoyangense</i> Zhang et Zheng (朝阳原始叶枝杉型木) <i>Protophyllocladoxylon franconicum</i> Vogellehner (弗兰肯原始叶枝杉型木)
	<i>Protopodocarpoxylon</i> (原始罗汉松型木属)	1	<i>Protopodocarpoxylon batuyingziense</i> Zheng et Zhang (巴图营子原始罗汉松型木)
	<i>Prototaxodioxylon</i> (原始落羽杉型木属)	1	<i>Prototaxodioxylon romanense</i> (罗曼原始落羽杉型木)
	<i>Sciadopityoxylon</i> (金松型木属)	1	<i>Sciadopityoxylon heizyoense</i> (Shimakura) Zhang et Zheng (黑州金松型木)
	<i>Protosciadopityoxylon</i> (原始金松型木属)	3	<i>Protosciadopityoxylon liaoxiense</i> Zhang et Zheng (辽西原始金松型木) <i>Protosciadopityoxylon jeholense</i> (Ogura) Zhang et Zheng (热河原始金松型木) <i>Protosciadopityoxylon liaoningense</i> Zhang, Zheng et Ding (辽宁原始金松型木)
	<i>Scotoxylon</i> (苏格兰木属)	1	<i>Scotoxylon yanqingense</i> Zhang et Zheng (延庆苏格兰木)
	<i>Xenoxylon</i> (异木属)	6	<i>Xenoxylon latiporosum</i> (Cramer) Gothan (宽孔异木) <i>Xenoxylon ellipticum</i> Schultze-Motel (椭圆异木) <i>Xenoxylon hopeiense</i> Chang (河北异木) <i>Xenoxylon peidense</i> Zheng et Zhang (裴得异木) <i>Xenoxylon japonicum</i> Vogellehner (日本异木) <i>Xenoxylon conchylium</i> Fliche (康启尔异木)
明类型	<i>Sahnioxylon</i> (萨尼木属)	2	<i>Sahnioxylon rajmahalense</i> (Sahni) Bose et Sah (拉杰马哈尔萨尼木) <i>Sahnioxylon</i> sp. (萨及木)(未定种)

2) 松柏类: 该类型是中国侏罗纪木化石的优势代表类型, 从早侏罗世—晚侏罗世均有化石记录。主要分布于北、北京、河北、新疆、安徽、河南和四川等地。共有29种, 归属于14属, 主要属类: 南洋杉型木属 (*Araucarioxylon*) (2种), 柏型木属 (*Cupressinoxylon*) (2种), 原始柏型木属 (*Protocupressinoxylon*) (1种), 简单木属 (*Haplomyeloxylon*) (1种), 原始云杉型木属 (*Protopiceoxylon*) (5种), 原始雪松型木属 (*Protocedroxylon*) (1种), 叶枝杉型木属

(*Phyllocladoxylon*) (1种), 原始叶枝杉型木属 (*Protophyllocladoxylon*) (2种), 原始罗汉松型木 (*Protopodocarpoxylon*) (1种), 原始落羽杉型木 (*Prototaxodioxygen*) (1种), 金松型木属 (*Sciadopityoxylon*) (1种), 原始金松型木属 (*Protosciadopityoxylon*) (3种), 异木属 (*Xenoxylon*) (6种) 和苏格兰木属 (*Scotoxylon*) (2种) 等。

4) 分类位置不明植物: 属于此类型的木化石仅有新近发现的萨尼木属 (*Sahnioxylon*)。萨尼木属是中生代的一个化石木形态属, 其系统分类位置是属于本内苏铁类还是被子植物一直存在争议。郑少林等 (2005) 根据辽西中侏罗世的化石材料研究指出, 萨尼木属既不是本内苏铁类, 也不是真正的被子植物木材, 它最为可能是晚古生代一种特殊木材—贵州木 (*Guizhouxylon*) 经过晚三叠世的 *Paradoxoxylon* 向现存无导管的被子植物演化的一个中间环节, 为一种无导管的被子植物先驱类型。

5.4 中国侏罗纪木化石的特征描述

5.4.1 苏铁类木化石

李氏木属: *Lioxylon* Zhang, Wang, Saiki, Li, et Zheng, 2006

模式种: *Lioxylon liaoningense* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng

属征: 具中央薄壁细胞和髓的疏木型化石茎干, 由中等发育的内始式和外始式的两轮维管束组成, 并由微弱射线和薄壁组织所分开。髓和皮层中具有分散的维管束, 黏液腔, 转输细胞和硬壁细胞构成。次生木质部和韧皮部的维管束由单列和多列射线组成。初生木质部具有螺旋状次生壁加厚; 次生木质部管胞具有南洋杉式纹孔。叶迹穿过大的射线向外延伸, 通常伴随有粘液腔。在皮层内, 叶迹向茎干外围伸展或者急剧弯曲并水平延伸, 形成带状叶迹构造。茎干外表面具有紧密排列的、菱形的和坚固的叶迹和鳞片基形成茎的防护套; 叶柄基和鳞片基中的维管束由两列组成: 一列沿近轴缘排列成弓形弯曲, 另一列为不规则“Ω”形排列, 由叶柄基或鳞片基的中心沿远轴缘向两侧延伸。表皮细胞壁直。

时代与分布: 辽宁北票长皋; 中侏罗统髫髻山组。

辽宁李氏木 *Lioxylon liaoningense* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng, 2006 (图版 5-1 ~ 5-6)

2006 *Lioxylon liaoningense*, Zhang, Wang, Saiki, Li and Zheng, 236 ~ 248页, Figs. 1-6

特征: 疏木型化石茎干, 横切面圆形或椭圆形, 直径可达20 cm。茎干外表面具有由紧密排列的、菱形和坚固叶迹和鳞片基形成的茎的防护套。髓和皮层中具有分散的维管束, 黏液腔, 转输细胞和硬壁细胞构成。初生木质部管胞具有螺旋和梯纹纹孔。次生木质部管胞在横切面呈长方形或圆形, 径壁具有南洋杉式纹孔。弦切面次生木质部射线单列到多列。射线细胞径向为方形, 交叉场纹孔柏木型。叶迹在进入叶和鳞片基之前形成向外垂直伸展的带状叶迹。叶迹大, 宽度约2.5 ~ 4.5 cm, 稀疏; 鳞片基丰富, 较小, 1 ~ 1.5 cm 宽。每一个叶迹和鳞片基由70 ~ 120 个维管束构成, 并排列成两列: 一列沿近轴缘排列成单个弓形弯曲, 另外一列在叶迹排列成不太发育的 omega 型或者不规则形状。鳞片叶角质层的上表皮细胞壁直。

注: 该属的属名赠与著名地质古生物学家、中国科学院院士李星学教授。

讨论: 李氏木为具有解剖构造的茎干化石, 其横切面上具有一个大的髓, 髓外由木质部圆筒、皮层及大量的叶柄基和鳞片基组成。髓中分布有大量薄壁细胞、转输细胞、黏液腔和木质部束。髓外的木质部圆筒为中始式, 即由向心生长和离心生长的木质部组成。通过与现生苏铁类在茎干解剖方面诸多共同特征比较表明, 李氏木与苏铁类有着更加密切的系统学关系, 而与本内苏铁类有着主要的区别 (王永栋, 张武等, 2005; Wang, Zhang et al., 2005), 张武等 (Zhang et al., 2006)。

产地与层位: 辽宁北票常皋喇嘛营和段嘛沟; 中侏罗统髫髻山组。

3.4.2 苏铁类木化石

新属 *Perisemoxylon* He and Zhang, 1993

模式种: *Perisemoxylon bispirale* He and Zhang, 1993

属名: 见种型标本

时代与分布: 中国河南, 宁夏; 中侏罗世。

双螺旋纹雅观木 *Perisemoxylon bispirale* He and Zhang, 1993 (图版 5-7)

1993 *Perisemoxylon bispirale*, 何德长, 张秀仪, 262, 263页, 图版I-1~2; 图版II-5, 图版IV-3

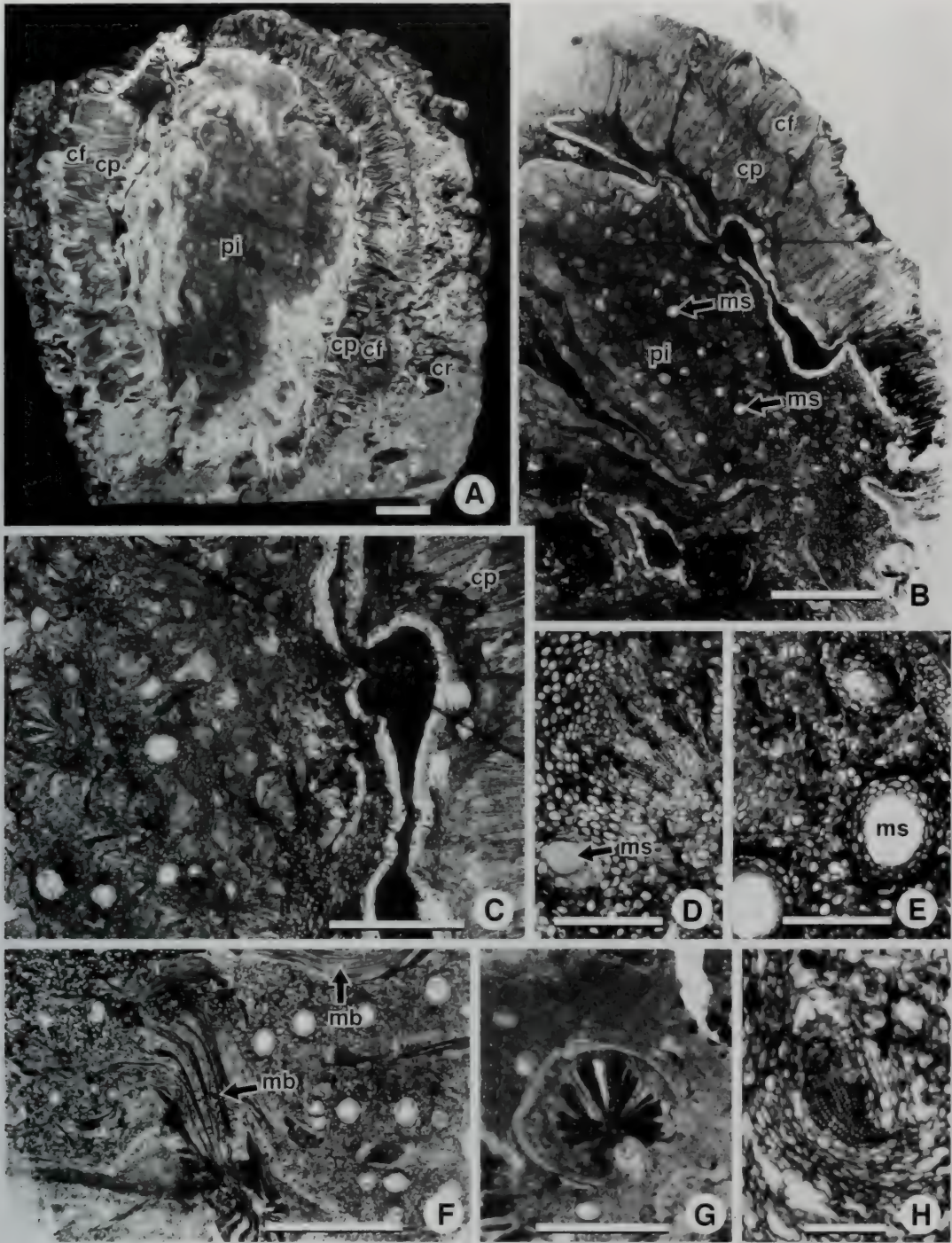
特征: 生长轮不明显。管胞大小差异大, 径向直径14~25 μm ; 壁上有具缘纹孔, 单行, 分离。弦向面管胞弦向壁无纹孔。管胞具螺旋纹增厚, 成对或三条或四条为一组, 接近水平指向; 螺旋纹在管胞内壁成对延伸时通常围绕纹孔后又互相靠近; 内壁增厚的螺旋纹对应外壁上的螺旋纹沟。木薄壁组织和沙里奥横条不存在。射线全系薄壁组织, 单行, 通常高1~5个细胞, 个别可达15个。射线细胞径面观呈方形或近于方形。

图版5-1 辽宁李氏木 *Lioxylon liaoningense* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng

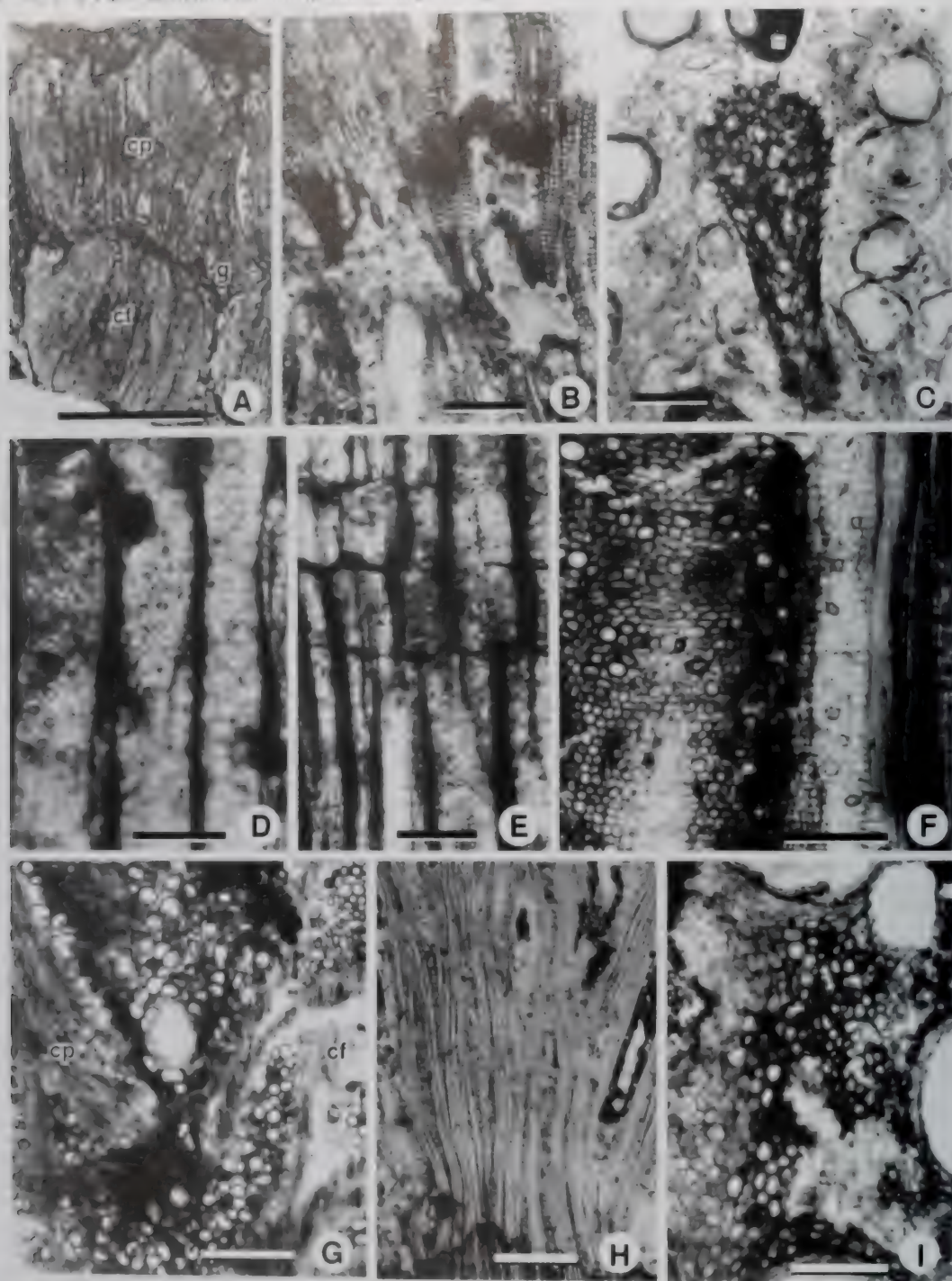


5-1 辽宁李氏木切片及面观。A. 最大的一使茎干标本, 标本号: DMG-1. 标尺=10 cm. B. 示膨大的茎干基部。标本号: DMG-1. 标尺=10 cm. C. 标本的横切面, 示髓(pi), 木质部圆筒(xc), 皮层(cr), 较大的叶柄基部(箭头)。标本号: DMG-6. 标尺=1 cm. D. 茎干近顶部的侧视, 示螺旋纹增厚的管胞壁。标本号: DMG-6. 标尺=5 cm。(标本及薄片保存在中国科学院植物研究所)

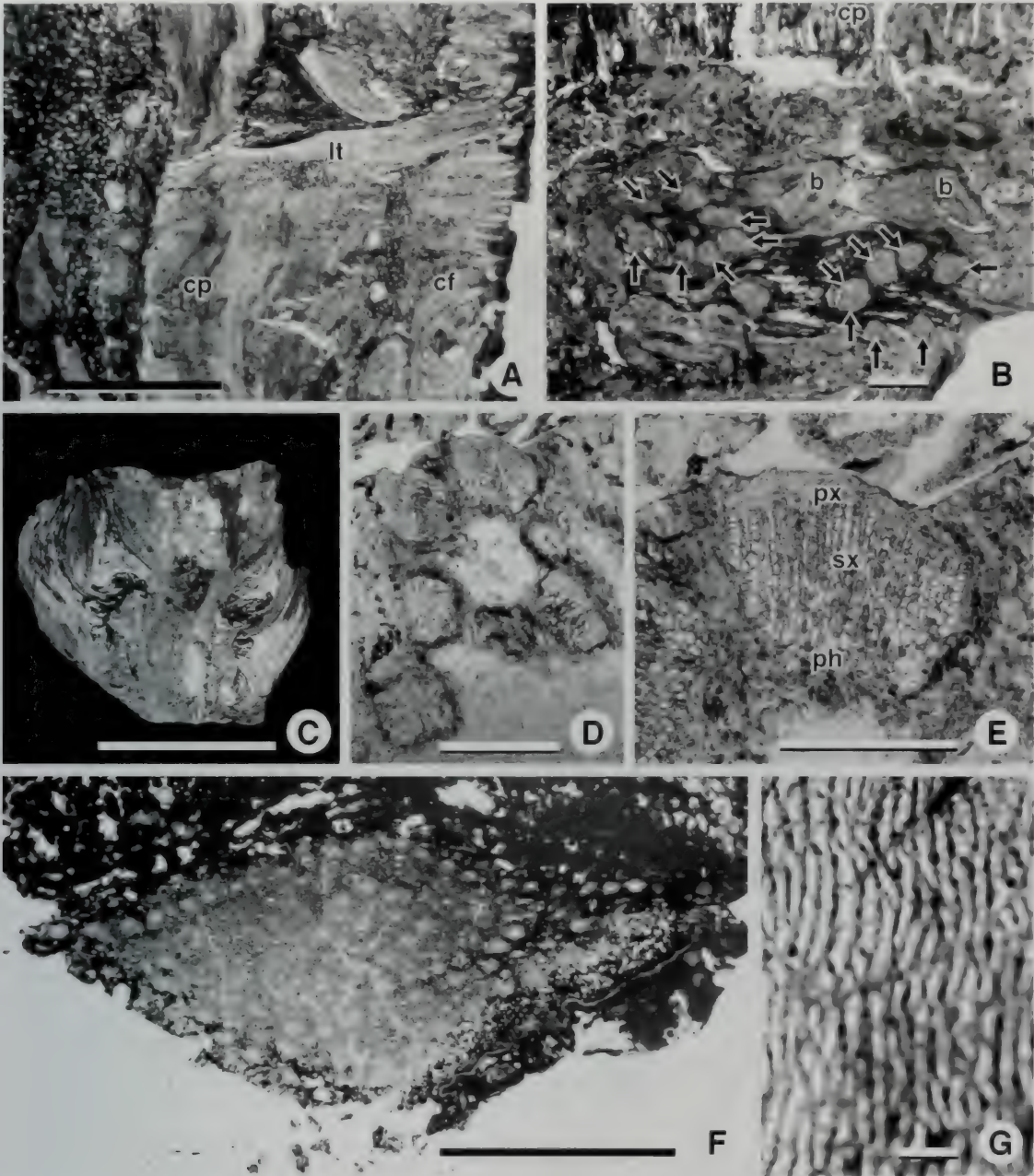
图版5-2 辽宁李氏木 *Lioxylon liaoningense* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng



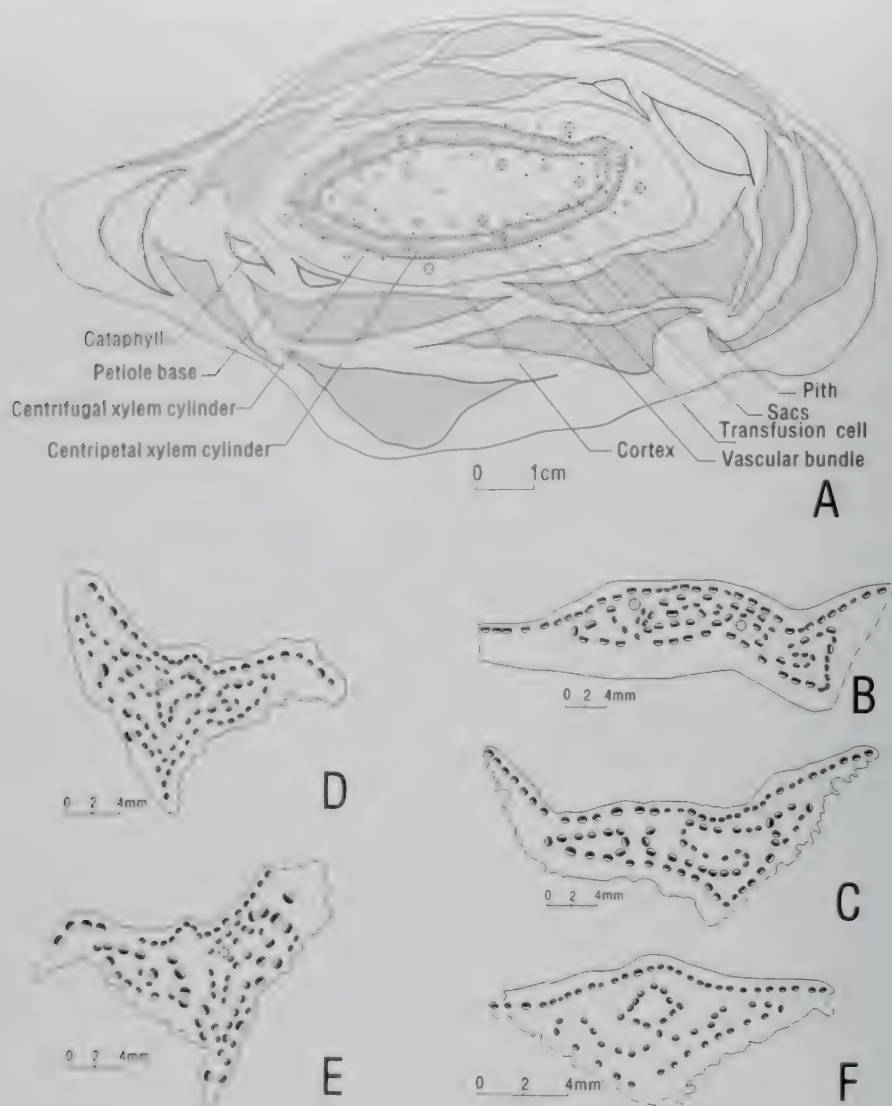
A, 茎干横切面的表面观, 示较大的髓 (pi), 两轮 (向心和离心排列的) 木质部圆筒 (cp, cf) 以及皮层 (cr). 标本号: DMG-1, 标尺=1cm. B, 穿越髓和木质部圆筒的茎干横切面, 示髓 (pi), 向心和离心的木质部圆筒 (cp, cf) 以及粘液腔 (ms). 标本号: DMG-2, 标尺=1 cm. C, 图2B的放大, 示许多射线束, 粘液腔. cp: 向心式木质部圆筒. 标本号: DMG-2. 薄片号: DMG-2a. 标尺=1cm. D, 髓部的横切面, 示薄壁细胞, 粘液腔以及射线维管束. 标本号: DMG-2, 薄片号: DMG-2b. 标尺=1mm. E, 髓部的横切面, 示粘液腔(ms)以及3~5层环绕细胞. 标本号: DMG-2c. 标尺=1mm. F, 髓部的纵切面, 示向各个方向伸展的髓射线束(mb). 标本号: DMG-2.薄片号: DMG-2b. 标尺=5 mm. G, 髓的横切面, 示一个大的圆形射线束. 标本号: DMG-1a. 标尺=5 mm. H, 髓的横切面, 示一个扇状的髓射线束. 标本号: DMG-2c. 标尺=1 mm. (标本及薄片保存在沈阳地质矿产研究所)



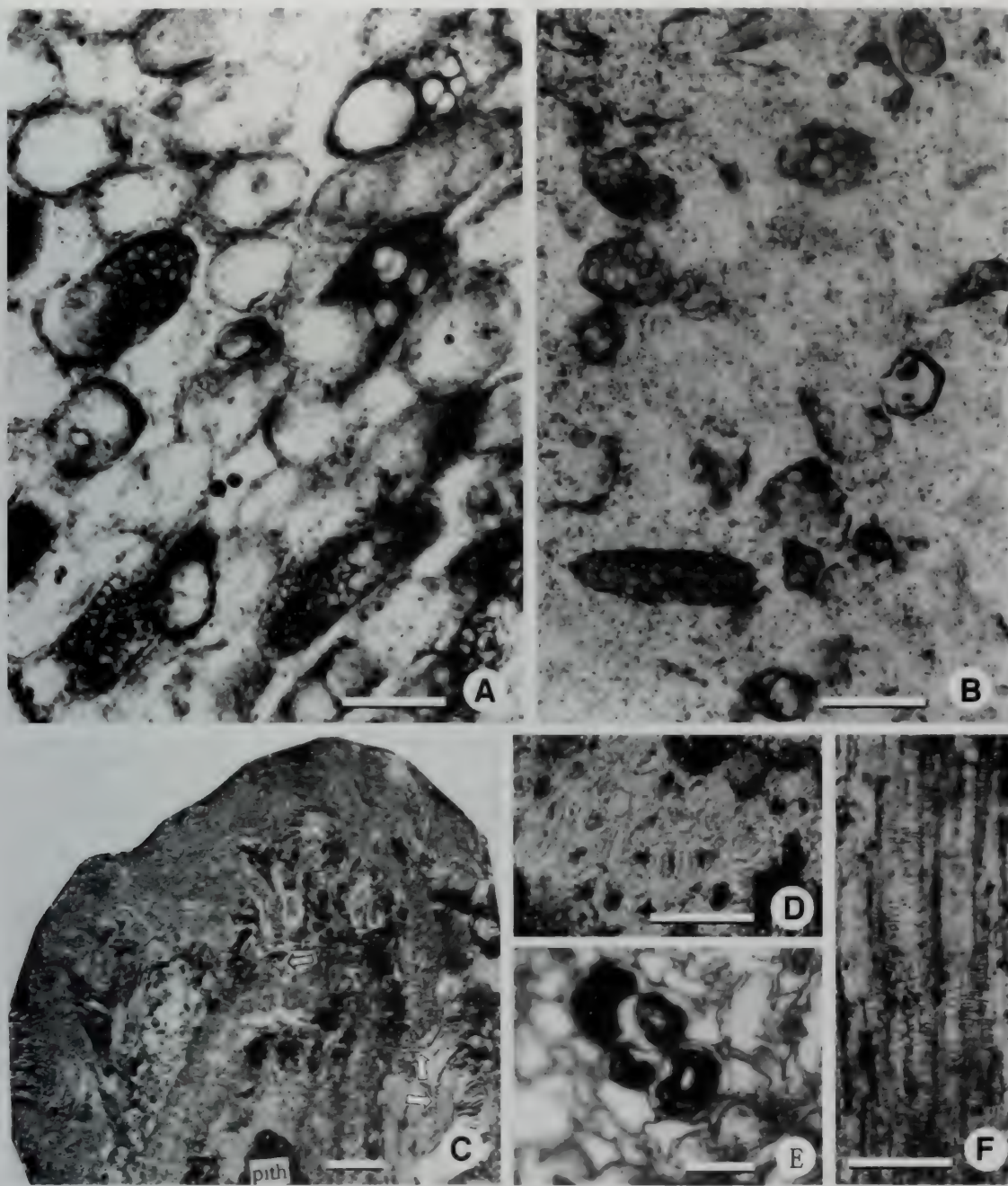
A. 图版5-2, 图B的放大, 示一对向心和离心排列的维管束轮的裂片, 以及裂片间的裂隙(g)。标本号: DMG-2c。标尺=5 mm。B. 向心和离心式维管束轮的界线, 示楔形的维管束。标本号: DMG-1b。标尺=0.5 mm。C. 髓部的横切面, 示木质部的薄壁细胞。标本号: DMG-2c。标尺=100 μ m。D. 次生木质部径壁上的纹孔。标本号: LMY-138b。标尺=50 μ m。E. 次生木质部的径切面, 示交叉场纹孔。标本号: DMG-2c。标尺=100 μ m。F. 薄壁组织呈散状排列于维管束裂片之间的弦切面, 示径向排列的薄壁细胞。标本号: DMG-2c。标尺=100 μ m。G. 次生木质部和离心式木质部之间薄壁组织区的纵切面, 示一个粘液腔。标本号: DMG-2c。标尺=100 μ m。H. 次生木质部的纵切面, 示多列射线。标本号: LMY-138d。标尺=1 mm。I. 皮层的横切面, 示薄壁组织。标本号: DMG-1a。标尺=5 mm (标本及薄片保存在沈阳地质矿产研究所)

图版5-4 辽宁李氏木 *Lioxylon liaoningense* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng

A, 维管束径切面, 示可能的一个叶迹 (lt) 从内面的向心维管束圆筒分叉 (cp). 标本号: DMG-2c. 标尺= 5 mm. B, 茎干的横切面, 示从木质部圆筒方向分叉的两个叶迹; 每列由一个大的近轴束 (b) 和六个甚至更多的远轴束 (箭头) 组成. 标本号: DMG-3b. 标尺= 5 mm. C, 茎干上部的径切面, 示茎干的轴和叶柄基, 标本号: DMG-6. 标尺= 50 mm. D, 叶柄基的横切面, 示几个维管束. 标本号: DMG-6b. 标尺= 1 mm. E, 为图 4 叶柄基中的维管束放大, 示初生木质部 (px), 次生木质部 (sx) 和残存的韧皮部 (ph). 标本号: DMG-6b. 标尺= 0.5 mm. F, 鳞片基的横切面, 示维管束的排列情况, 标本号: DMG-6f. 标尺= 5 mm. G, 鳞片角质层上表面 (近轴面). 标本号: XCG-19. 标尺= 200 μ m



A. 茎干横切面示意图，示髓，两个木质部轮，皮层，叶柄基和鳞片基，髓射线束，粘液腔及运输细胞；
B-E. 叶柄基的横切面图，示维管束的分布情况。注：维管束的黑色和白色部分分别代表初生和次生木质部；
F. 鳞片基的横切面，示两轮维管束。注：在图B-F中，维管束有两种系列：一列排列沿着近轴缘排列为单个的弧曲形，另一列排列为在叶基部不甚发育的Omega型或者不规则型。

图版5-6 辽宁李氏木 *Lioxylon liaoningense* Zhang, Wang, Saiki, Li et Zheng

A, 髓部的横切面, 示具有大或者小简单纹孔的运输细胞, 标本号: DMG-2d, 标尺=100 μm . B, 茎干皮层的横切面, 示具有大或者小简单纹孔的运输细胞, 标本号: DMG-2a, 标尺=100 μm . C, 茎干上部的横切面, 示髓、木质部圆筒、皮层中的线状叶迹 (箭头) 和叶柄基, 标本号: DMG-3b, $\times 1$. D, 叶基的横切面示硬壁细胞, 标本号: DMG-6f, 标尺=100 μm . E, 茎干的弦切面示髓中的硬壁细胞, 标本号: DMG-2c, 标尺=100 μm . F, 叶柄基的纵切面, 示初生木质部管胞上具有的梯纹加厚, 标本号: DMG-3d, 标尺=100 μm .

图版57 双螺旋纹木 *Perisemoxylon hispidula* He et Zhang (引自何德长等, 1993)

A. 横切面, $\times 68$; B. 弦切面, 示管胞壁上的螺旋, 扫描电镜照片, $\times 460$; C. 弦向面, $\times 162$; D. 径向面, $\times 220$; E. 径向面中部排列整体的纹孔为交叉场纹孔, $\times 330$, 扫描电镜照片; F. 示交叉场的具缘纹孔, $\times 240$; G. 筛域的扫描电镜照片, $\times 3200$; H. 树干表皮角质层的扫描电镜照片; I. 径切面管胞外壁及交叉场, 扫描电镜照片, $\times 400$

(立式或近于立式), 径向壁有稠密的单纹孔, 水平壁和弦向壁无纹孔。在交叉场处射线细胞的单纹孔对应管胞壁的纹孔是具缘的, 构成半具缘纹孔对, 缘狭窄, 口孔内涵, 交叉场有1~5个纹孔。韧皮部缺乏厚壁组织(纤维或有细胞)。树干表皮角质层细胞壁强烈地弯曲。散布在筛域的筛孔聚集成堆。

产地与层位: 河南义马, 中侏罗统义马组; 宁夏灵武, 中侏罗统延安组

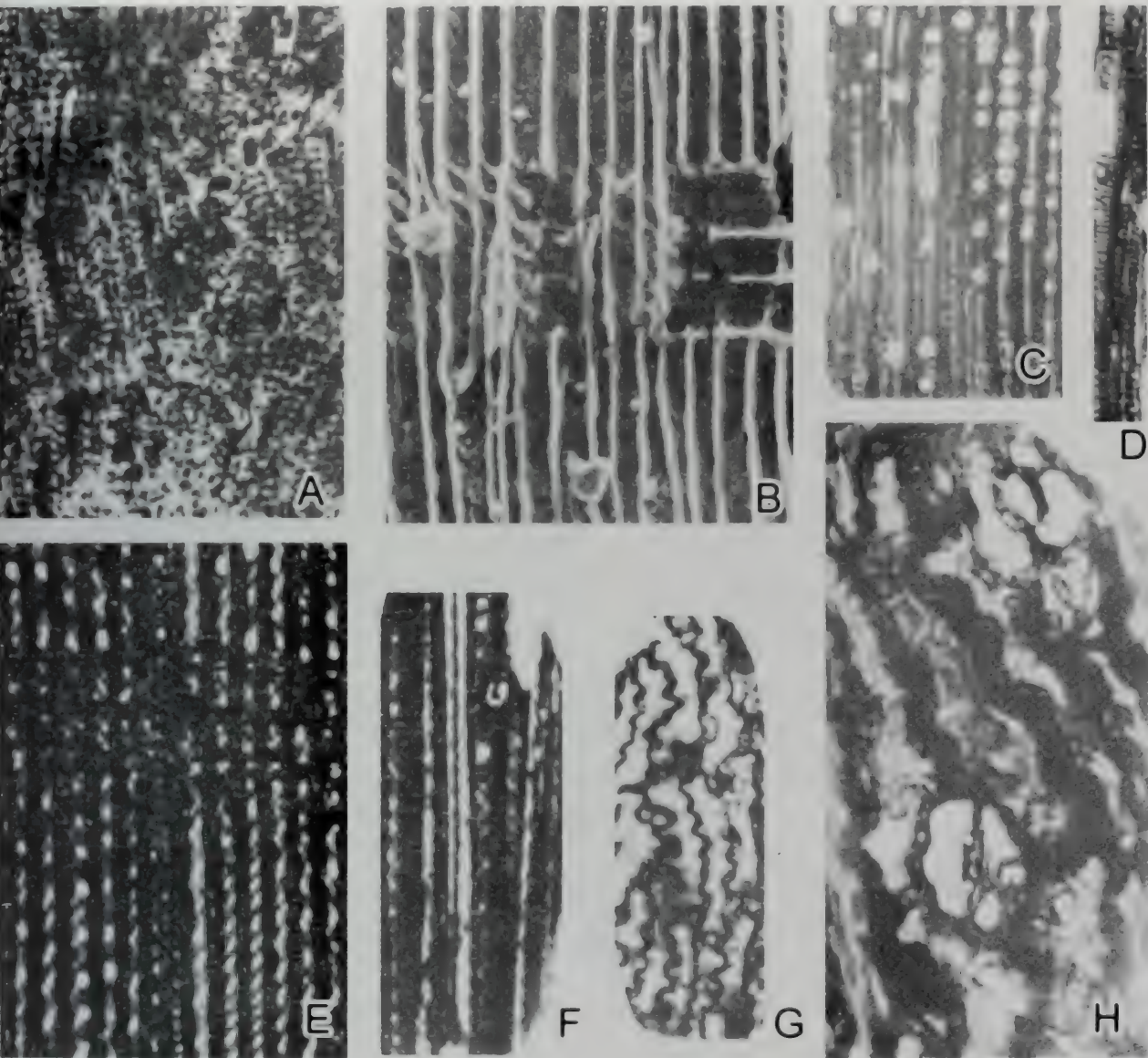
雅观木(未定种) *Perisemoxylon* sp. (图版 5-8)

1993 *Perisemoxylon hispidula*, 何德长, 张秀仪, 263页, 图版II. 1~4

特征: 横切面生长轮不显; 管胞很小, 径向直径8~12 μm , 排列整齐。管胞的径向壁有具缘纹孔, 单行, 对生, 有的短孔形态与交叉场的一致。弦向壁纹孔少而小。管胞具螺旋加厚, 通常稠密; 偶见梯状加厚。无木射线组织。射线全系薄壁组织, 单行, 通常高1~4个细胞, 个别可达8个。射线细胞横卧, 平均长20 μm , 宽16~30 μm , 径向壁具单纹孔。交叉场处射线细胞的纹孔对应管胞壁上的纹孔是具缘的, 构成半具缘纹孔对, 交叉场有1~3个纹孔, 叠置为一纵行。树干表皮角质层颇厚, 表皮细胞顺树干周向排列。气孔位于表皮角质层表面稍陷, 气孔器为连唇式, 长轴直径29 μm 。

讨论: 本属植物与双螺旋纹木相似, 具孔形态变化颇大, 树干表皮气孔为连唇式, 这些均显

图版5-8 雅观木（未定种）*Perisemoxylon* sp.（引自何德长等，1993）



A. 标本的横切面， $\times 100$ ；B. 径切面的扫描电镜照片， $\times 150$ ；C. 径切面， $\times 250$ ；D. 示梯纹管胞， $\times 120$ ；E. 径切面， $\times 260$ ；F. 弦向面， $\times 260$ ；G. 树皮的角质层，示弯曲的壁， $\times 200$ ；H. 示角质层的气孔器， $\times 550$ 。

产地与层位：宁夏灵武；中侏罗统延安组。

5.4.3 松柏类木化石

南洋杉型木属 *Araucarioxylon* Kraus 1870

模式种：*Araucarioxylon carbonaceum* (Witham) Kraus 1870

属征：生长轮清楚、不明显或不存在；管胞径壁纹孔南洋杉式，通常多列互生，多角形，有时单列，排列紧密；交叉场纹孔柏木型；管胞不具螺旋加厚；射线细胞单列，偶而在局部双列

时代与分布：二叠纪至第三纪；南、北半球

图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan (图版5-9)

1998 *Araucarioxylon batuense* Duan, 段淑英, 209页, 图10-14

特征: 横切面生长轮清晰, 宽窄变化较大, 早材宽, 管胞截面为方形或长方形。晚材很窄, 由3~4个长方形管胞组成, 壁厚, 早材至晚材管胞壁厚为渐变。射线疏密变化较大, 射线细胞内常有黑色物质充填。每两条射线之间有2~10列(多为6~8列)管胞。径切面管胞壁上有双列及单列具缘纹孔, 双列具缘纹孔有互生与对生两类, 对生者较多, 单列纹孔多为圆形, 略分离。交叉场似窗格形, 但窗格不如异木属的多。每个小格内有1~6个小孔, 多数为2~3个。弦切面射线细胞排列成串珠状, 每串2~14个(多为3~7个)细胞, 内常见黑色物质充填。

产地与层位: 辽宁朝阳巴图营子; 中侏罗统髫髻山组。

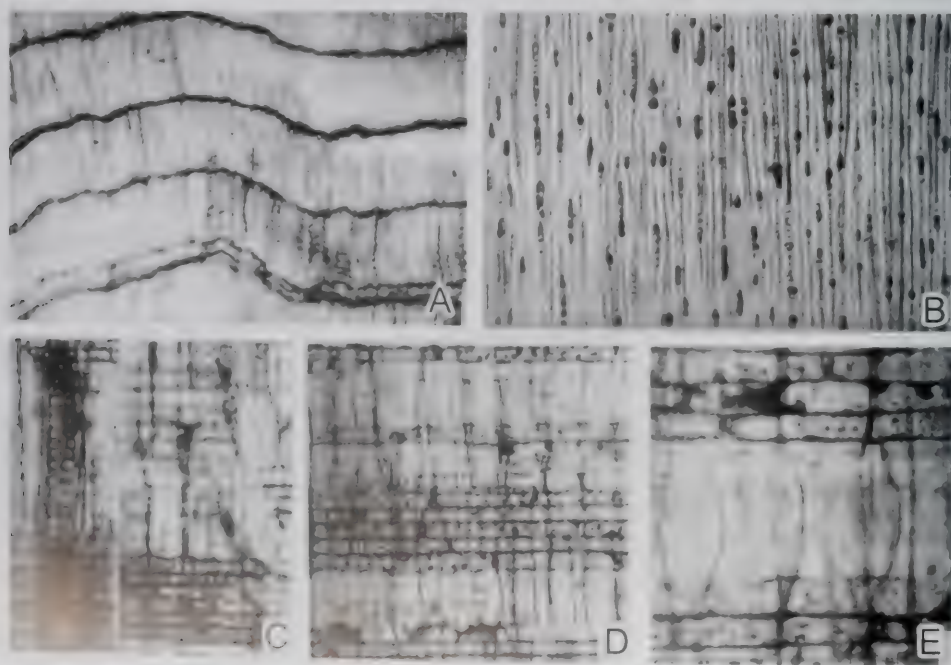
自贡南洋杉型木 *Araucarioxylon zigongensis* Duan (图版5-10)

1998 *Araucarioxylon zigongensis*, 段淑英, 彭光照, 675~679页, 图版1, 图1-6

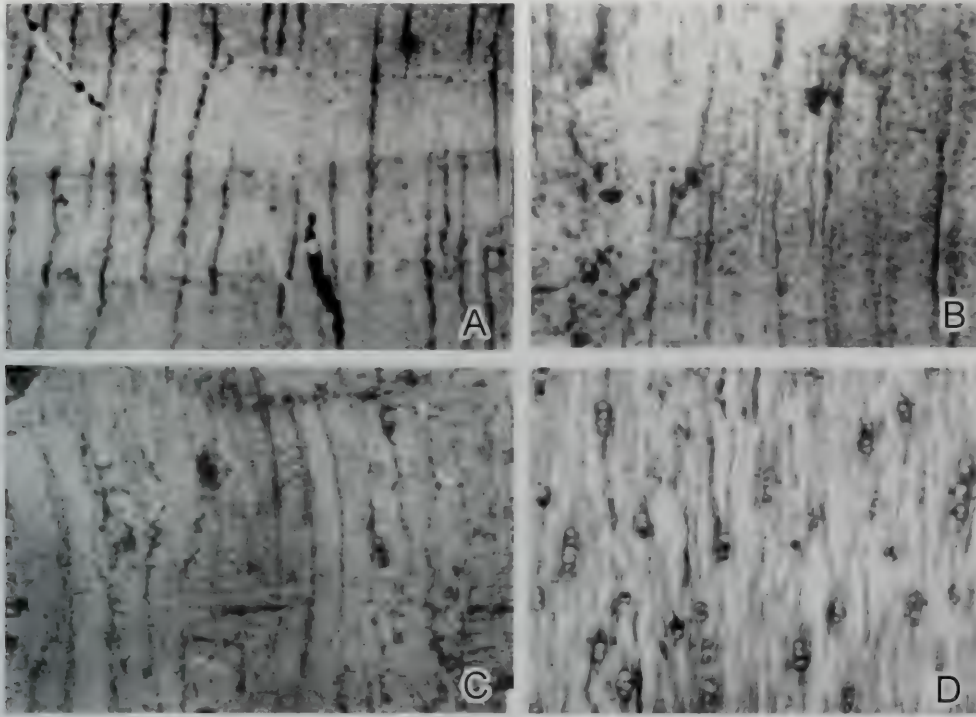
特征: 横切面生长轮清晰, 较宽, 2.8~9 mm, 多数为4.5~6 mm。早材管胞较大, 多为正方形或圆形, 管胞壁薄而均匀, 最大管胞直径为53~56 μm , 晚材仅有3~5管胞, 壁厚, 长方形。早材到晚材为渐变, 早材之管胞逐渐变小, 弦向壁与径向壁之长度相近, 而晚材管胞壁增厚且管胞变扁与早材明显区分。晚材弦向壁长度与早材的弦向壁相近, 为19.4 μm , 但径向壁缩短一半, 为9.7 μm 。未见树脂道和轴向木薄壁组织。射线多, 长短不一, 每毫米6~7根, 常有黑色物质充填。径切面管胞的径切面上具缘纹孔1~2列。单列纹孔排列紧密时为压扁的六方形或椭圆形, 排列疏松时为圆形。双列纹孔排列为互生状, 外形为六角形或扁六角形, 其中位置可见圆孔。无眉条。交叉场纹孔南洋杉型, 每一交叉场有纹孔3~7个, 排列2~3列。弦切面射线密度中等, 每平方毫米30~34根, 由2~8个细胞组成, 成串珠状, 局部有双列细胞。射线细胞常有黑色充填物质。弦切面上未见具缘纹孔。

产地与层位: 四川自贡大山铺; 中侏罗统下沙溪庙组和新田沟组。

图版5-9 巴图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan (引自段淑英, 2000)



图版5-9 巴图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan (引自段淑英, 2000) A, 横切面, 示生长轮, $\times 80$ 。B, 弦切面, 示射线细胞, $\times 200$ 。C-E, 径切面, 示单双列具缘纹孔, $\times 400$ 。

图版5-10 自贡南洋杉型木 *Araucarioxylon zigongensis* Duan (引自段淑英等, 1998)

A. 横切面, 示生长轮及射线, $\times 100$; B, C. 径切面, 示单、双列具缘纹孔和交叉场的小纹孔。 $\times 400$ 。
D. 弦切面, 示射线细胞。 $\times 200$ 。

柏型木属 *Cupressinoxylon* Goeppert, emend. Gothan 1905

模式种: *Cupressinoxylon ucranicum* Goeppert 1850

属征: 生长轮明显, 木薄壁细胞丰富, 管胞径壁具缘纹孔圆形, 通常单列, 分离, 少数双列, 纹孔对生; 射线单列, 射线细胞的端壁和水平壁平滑; 交叉场纹孔柏木型, 通常2个。正常树脂道不存在, 有时有创伤树脂道。

时代与分布: 侏罗纪至第三纪; 北半球。

含山柏型木 *Cupressioxylon hanshanense* Zhang et Cao (图版5-11)

1986 *Cupressioxylon hanshanense*, 张善桢, 曹正尧, 23~30页, 图版I, 图1-4; 图版II, 图1-6

特征: 生长轮明显, 无正常树脂道; 管胞无螺旋纹加厚现象, 径向壁上纹孔圆或略扁, 单行排列, 分离或至少不甚紧挤; 髓射线不高, 基本单行, 偶夹个别成对并列的细胞, 全由薄壁细胞组成, 其水平壁及弦向壁平滑; 交叉场具少数斜形纹孔。

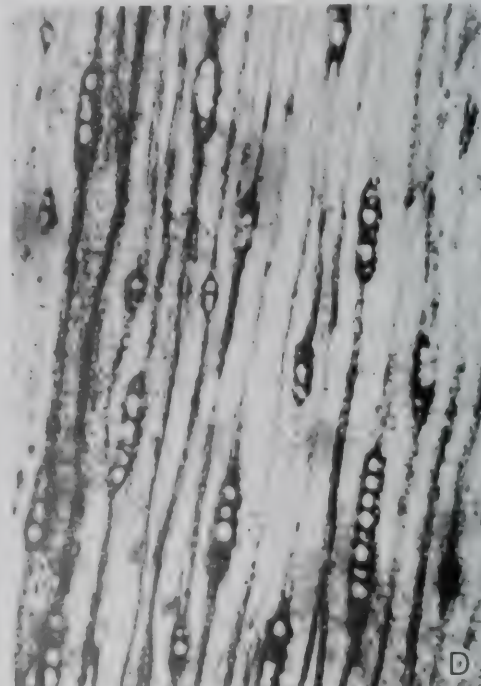
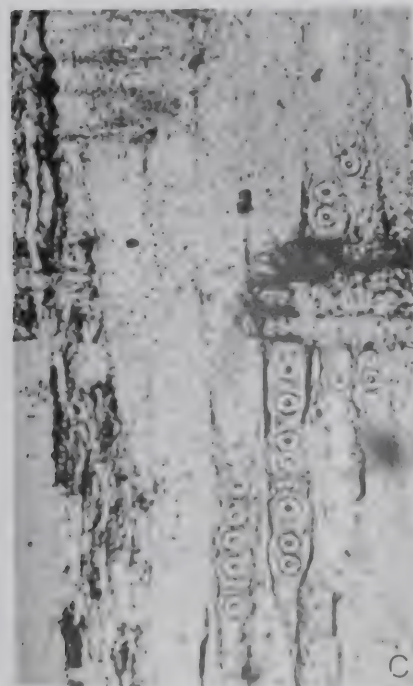
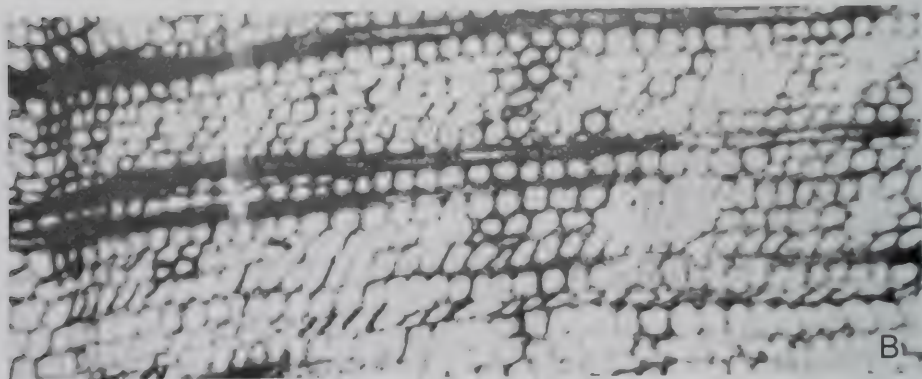
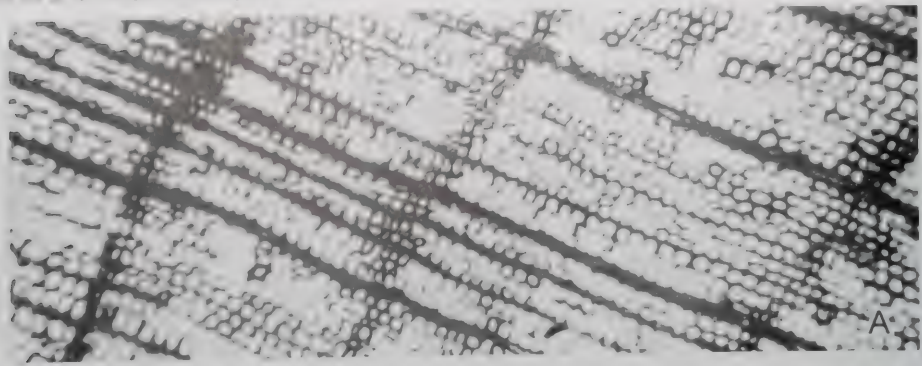
产地与层位: 安徽含山彭庄; 上侏罗统含山组。

辅仁柏型木 *Cupressinoxylon fujeni* Mathews et Ho (图版 5-12)

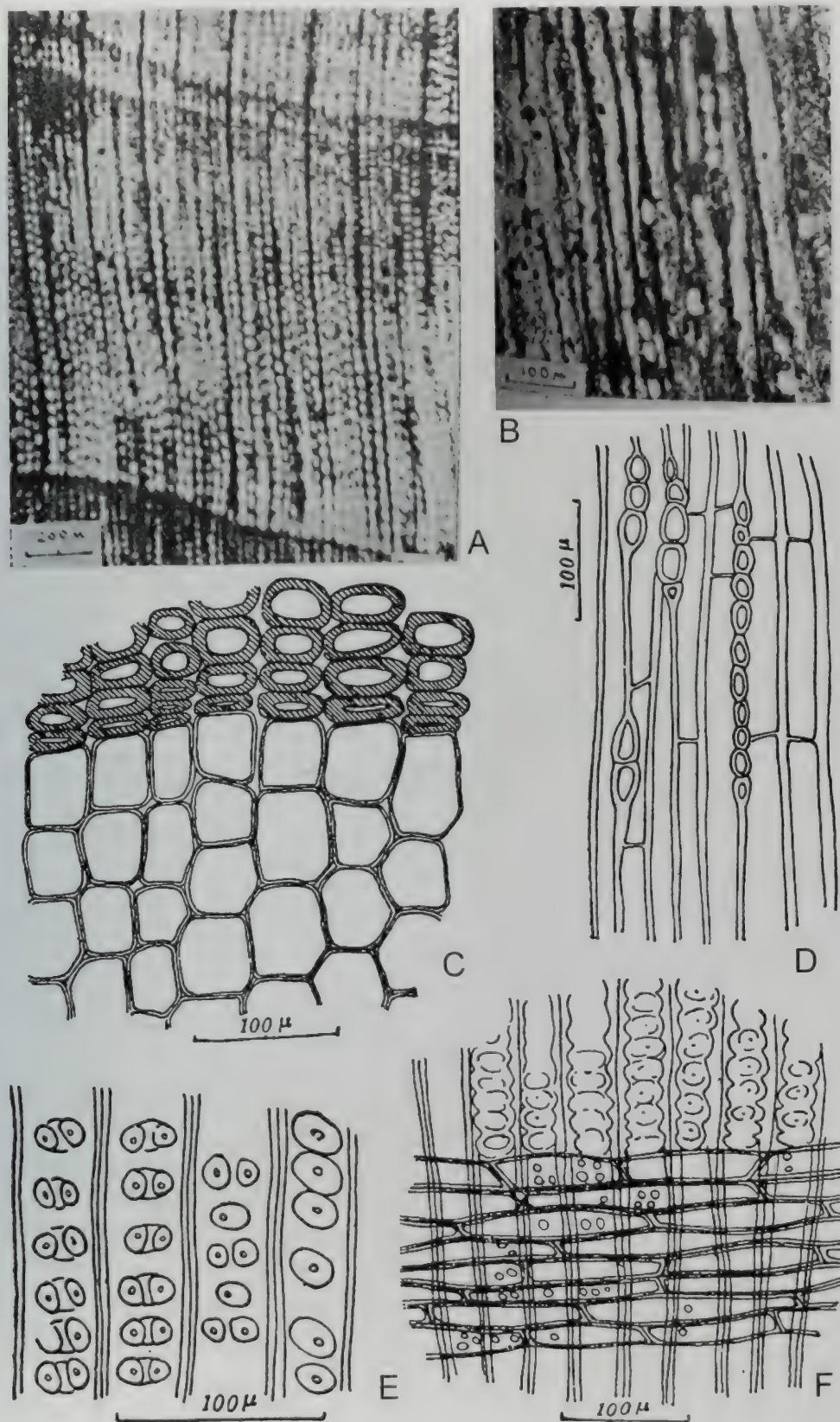
1945 *Cupressinoxylon fujeni* Mathews et Ho, 36页, 图版2, 图5-8, 插图1-4

1963 *Cupressinoxylon fujeni* Mathews et Ho, 斯行键等, 334页, 图版113, 图2, 3; 插图64

特征: 生长轮清楚, 假轮有时存在, 宽度为0.5~3.0 mm, 木材的大部分为早材, 晚材平均为3~5个细胞, 自早材至晚材为渐变。晚材管胞方形, 径向壁较短, 径向直径为12~25 mm, 弦向直径为15~30 mm, 管胞壁厚约6~8 μm 。早材管胞为方形至六角形, 直径为20~40 μm , 壁厚约2 μm 。管胞径向壁的具缘纹孔多数为单列, 也有双列, 分离或者接触; 双列的壁孔相对排列, 分离, 圆或微扁。木薄壁组织存在, 其细胞长为100~150 μm , 细胞壁看不到小壁孔, 也无树脂道。射线单列, 有时一部分分为双列,



A, 横切面, 示管胞形状, $\times 60$ B, 横切面, 示管胞形状, $\times 120$; C, 径切面, 示管胞壁上稍分离的单列管胞, $\times 120$ D, 弦切面, 示单列的射线及其分布情况, $\times 120$

图版5-12 辅仁柏型木 *Cupressinoxylon fujeni* Mathews et Ho (引自斯行健等, 1963)

A, 横切面, 示生长轮; B, 径切面, 示单列射线; C, 横切面的素描, 示管胞形态; D, 径切面素描, 示单列射线及细胞; E, F, 径切面, 示单列和双列径壁纹孔以及交叉场

均为薄壁细胞组织，中间膨大，两端较狭，每一个交叉场区有1~4个简单或者具微弱的纹孔。

产地与层位：河北涿鹿夏家沟；上侏罗统

简单髓木属 *Haplomyeloxylon* Vogellehner 1965

模式种：*Haplomyeloxylon triassicum* Vogellehner 1965

属征：髓、初生木质部和次生木质部的构造均被保存。髓约10 mm大小，仅具薄壁组织细胞，没有或仅有不明显的横隔，特殊的组织成分缺乏（如分泌道、硬壁组织细胞和“运输组织”等）；初生木质部内始式，次生木质部南洋杉式。

时代与分布：中欧，三叠纪中考依波层；中国辽宁，中侏罗世。

髻髻山简单髓木 *Haplomyeloxylon tiaojishanense* Wang, Li, Yang et Zhang, sp. nov. (图版 5-13; 5-14)

模式标本：台1

词源：种名是根据标本产出地层层位名字“髻髻山组”的拼音。

特征：髓、初生木质部、次生木质部均被保存。髓中以薄壁细胞为主，无横隔和分泌细胞、硬壁细胞及运输细胞等组织；初生木质部内始式；次生木质部具生长轮，径壁纹孔1~3列，紧挤、多角形，木射线1~3列，交叉场纹孔小，具缘，柏木型(?)。

描述：木材圆筒保存有髓、初生木质部、次生木质部和皮层部分。髓为圆~椭圆形，直径约为6~8 mm，髓中以薄壁细胞为主，薄壁细胞为不规则的多角形(图版5-13，图C红色箭头所示)，一般大小为 $20 \times 25 \mu\text{m} \sim 40 \times 25 \mu\text{m}$ ，髓在硅化之前就有不同程度的腐烂并形成空洞，致使外来物进入，如图版5-13图B箭头所示一些深色块体和图版5-13，图C白色箭头所示，一些颗粒状物。初生木质部内始式，由于保存不好，横切面仅见1~3个管胞，径切面中能见5~7列管胞，在初生木质部管胞中具有梯纹或螺纹加厚。次生木质部具生长轮，早材带较宽，管胞壁薄，管胞为方形、长方形或椭圆形，少数近圆形，一般大小为 $30 \times 50 \mu\text{m} \sim 20 \times 20 \mu\text{m}$ ，晚材带仅2~5个细胞宽，一般加厚不明显，弦向压扁。管胞径壁纹孔1~3列，紧挤、多角形，直径为 $10 \times 15 \mu\text{m}$ ，交叉场纹孔具缘，圆~椭圆形，每场3~5个或更多，保存不太好，柏木型(?)；木射线密度为 $45/\text{mm}^2$ 条左右，多数高3~15个细胞，个别高达55个细胞，木射线宽1~3列，2~3列者约20%~30%，不均匀分布，射线细胞的大小和形态轮廓变化较大，多数为长方形或椭圆形，一般大小为 $15 \times 25 \mu\text{m} \sim 25 \times 30 \mu\text{m}$ 左右。个别细胞中充填深色物质。

讨论与比较：当前标本在髓中以薄壁细胞为主，无分泌细胞、硬壁细胞和传输细胞等组织；初生木质部内始式；次生木质部具生长轮等特征方面与产自弗兰克三叠系考依波层中的 *Haplomyeloxylon* 特征相一致。该属目前仅为单属种，模式种 *H. triassicum* Vogellehner (1965, p.57, fig.115-120) 因保存不好，径壁纹孔不清，木射线为单列，细胞数目为1~20个；而我们的标本径壁纹孔为1~3列，紧挤、多角形，木射线1~3列，多数高3~15个细胞，个别高达55个细胞，射线宽1~3列，2~3列者约20%~30%。两者区别明显。

关于当前标本的分类问题，从 Vogellehner (1965) 当初的分析来看，她似乎趋向有属科达类的可能性，但她并不能肯定。本文认为，根据标本的髓和次生木质部的构造特征来看，显示有属松柏类的可能性。虽然木射线多列，但髓中无横隔等特征，也许不影响属于松柏类的可能。根据 Eckhold (1932) 对中侏罗统化石类群的命名意见，我们标本的命名也许还可以进一步考虑。

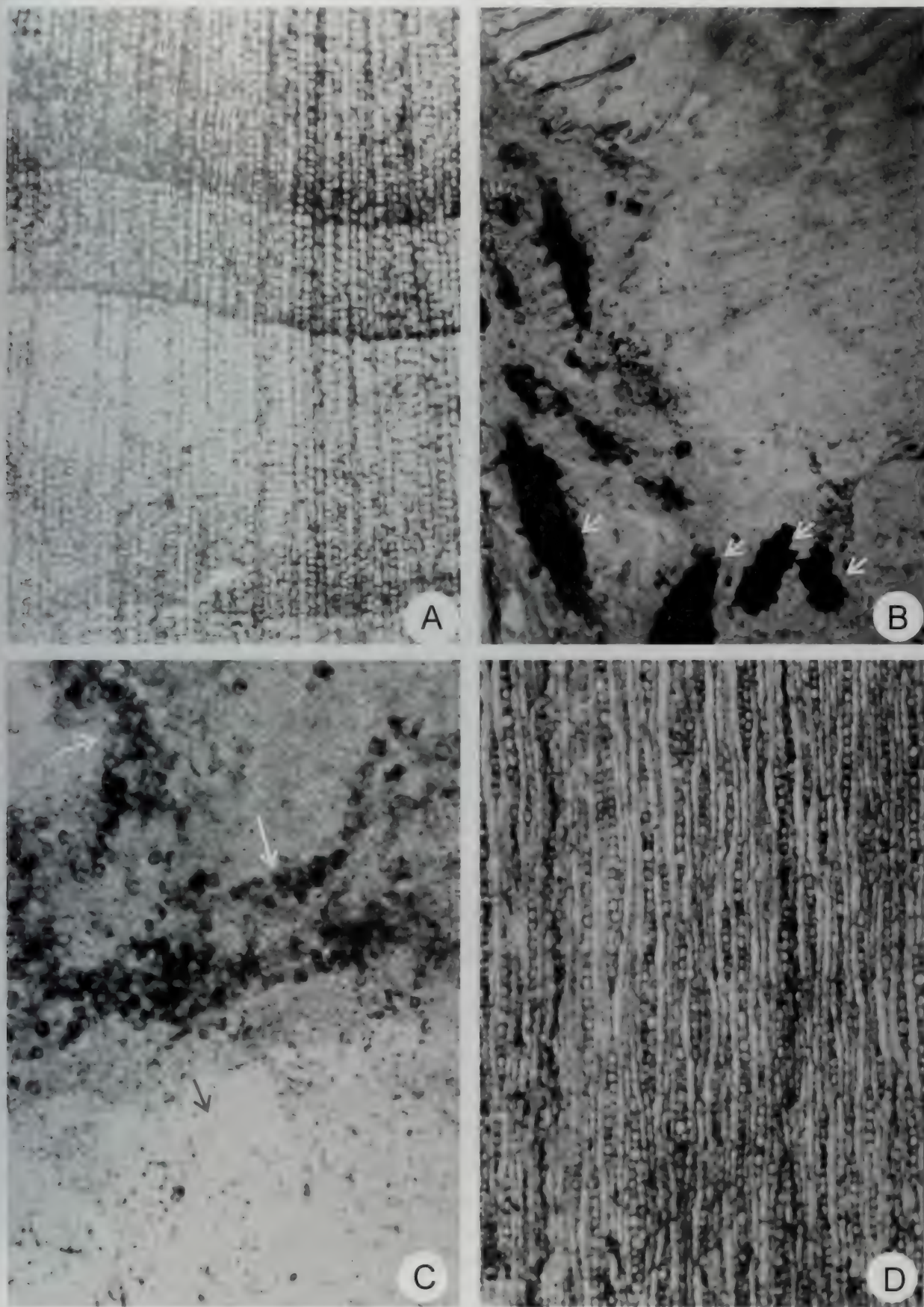
产地与层位：辽宁北票长皋；中侏罗统髻髻山组。

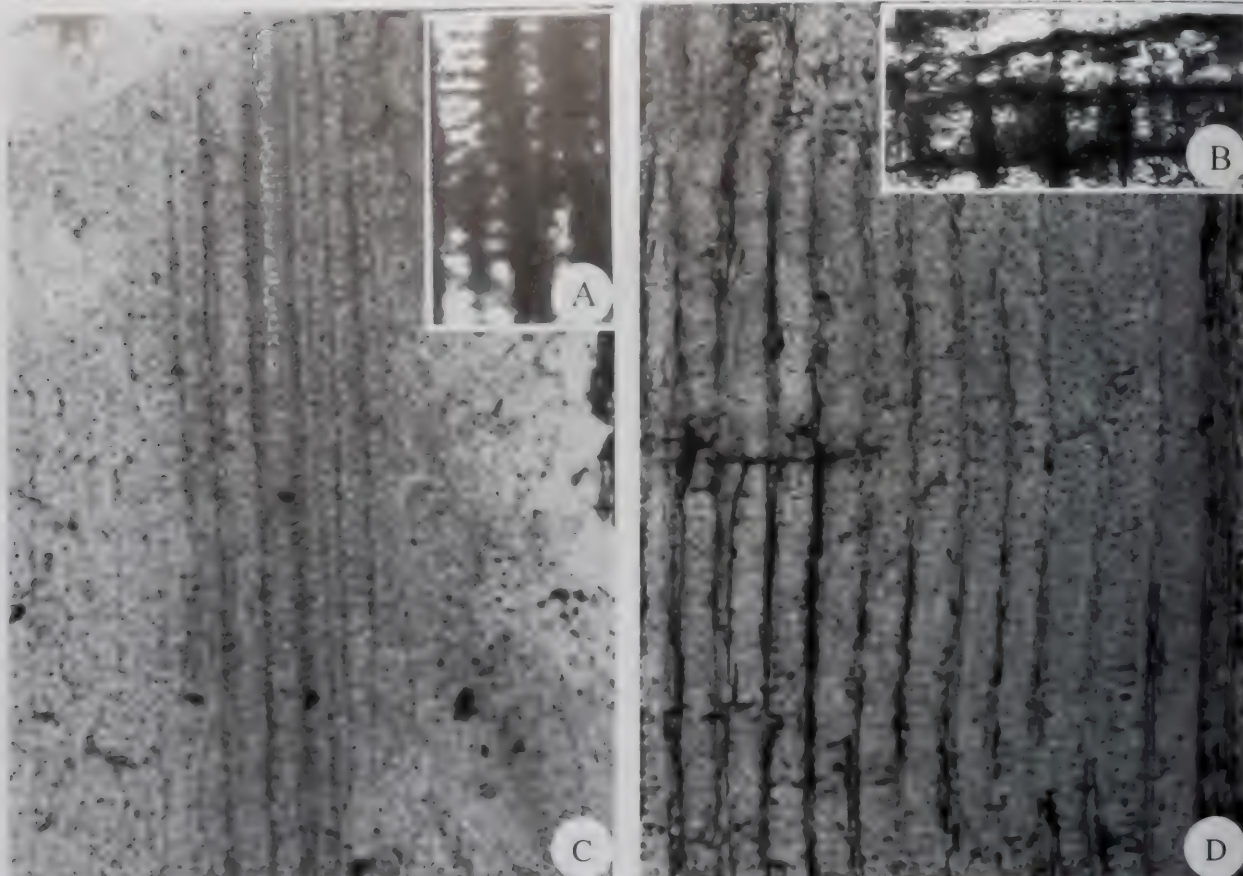
杯状髓木属 *Cladoxylon* Gothan 1905

模式种：*Cladoxylon muelleri* (Schenk) Gothan

属征：髓、初生木质部和次生木质部的构造均被保存。髓约10 mm大小，仅具薄壁组织细胞，没有或仅有不明显的横隔，特殊的组织成分缺乏（如分泌道、硬壁组织细胞和“运输组织”等）；初生木质部内始式，次生木质部南洋杉式。

图版5-13 髻髻山简单髓木 *Haplomyeloxylon tiaojishangense* Wang, Li, Yang et Zhang sp. nov.



图版5-14 磐石山简单髓木 *Haplomyeloxylon tiaojishangense* Wang, Li, Yang et Zhang sp. nov.5-13 磐石山简单髓木 *Haplomyeloxylon tiaojishangense* Wang, Li, Yang et Zhang sp. nov.

A, 横切面, 示生长轮和管胞形态轮廓, 标本号, 台1a, $\times 100$; B, 横切面, 次生木质部、初生木质部、髓及破溃的髓中所充填的外来物不定形棕色块体 (白色箭头所示), 标本号, 台1a, $\times 50$; C, 横切面, 示髓中多角形薄壁细胞 (灰色箭头所示) 及被充填进来的颗粒 (白色箭头所示), 标本号, 台1a, $\times 200$; D, 弦切面, 示1~3列射线及形态、大小各异的射线细胞, 标本号, 台1c, $\times 100$ (标本及薄片保存在沈阳地质矿产研究所)。

5-14 磐石山简单髓木 *Haplomyeloxylon tiaojishangense* Wang, Li, Yang et Zhang sp. nov.

A, 径切面, 示径壁纹孔, 标本号, 台1b, $\times 500$; B, 径切面, 示初生木质部管胞具梯纹、螺纹加厚, 标本号, 台1b, $\times 400$; C, 径切面, 示交叉场纹孔, 标本号, 台1b, $\times 500$; D, 径切面, 示径壁纹孔2~3列, 方形或多角形, 标本号, 台1b, $\times 400$ (标本及薄片保存在沈阳地质矿产研究所)。

大部分具有一个, 有时为斜斜的椭圆形或圆形的孔。射线细胞壁平, 木薄壁细胞稀少或不存在。沙里奥横条不明显。图版14, 图1-4。

时代与分布: 侏罗纪至第三纪; 欧洲, 东亚, 美洲, 澳大利亚, 南极洲。

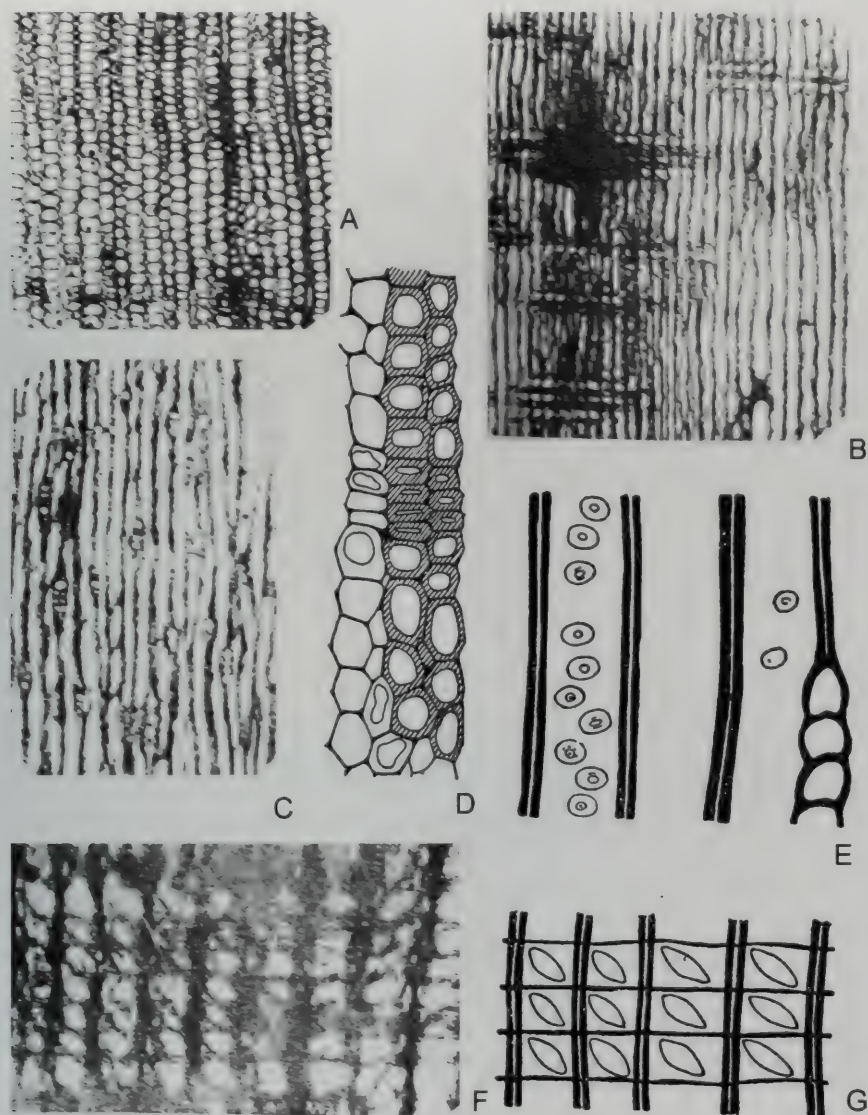
鳞芽叶松杉型木(什勒种) *Phyllocladoxylon cf. eboracense* (Holden) Krausel (图版5-15)

Shimamura, 285 (19) 页; 图版16 (5), 图7; 图版18 (7), 图1-3, 插图6

图版114, 图1-4; 插图65

管胞方形而圆; 晚材狭窄, 其宽度仅为2~4个细胞, 初生木质部组织。射线清楚, 颇宽, 横壁平, 弦向壁也

图版5-15 象牙叶枝杉型木 (比较种) *Phyllocladoxylon* cf. *eboracense* (Holden) Krausel (引自Shimakura, 1935—1936; 斯行健等, 1963)



A, 横切面, $\times 50$; B, 径切面, 示交叉场及射线细胞, $\times 50$; C, 弦切面, 示单列射线, $\times 50$; D, 横切面示意图, 示管胞形态变化; E, 早材的径切面 (左) 和晚材的弦切面 (右) 示意; F-G, 径切面, 示交叉场及纹孔; F $\times 300$ 。

不加厚。径切面早材管胞径向壁的纹孔圆形或椭圆形, 分离, 很少接触, 单列, 很少为双列, 正中有一个小而圆或椭圆形的穴孔。晚材径向壁的缘壁孔较小, 圆形, 较少, 单列, 彼此分离。眉条不清楚。射线横壁和弦向壁薄而平, 早材交叉场区中有一个, 很少为两个大而卵圆形或纺锤形的“蛋孔”; 晚材交叉场区有一个斜伸的大的“蛋孔”。弦切面上, 晚材管胞的弦向壁也有具缘纹孔, 小, 不多, 圆形, 彼此远离, 正中具椭圆形的穴孔。射线单列, 很少为双列, 射线高度为1~12个细胞, 射线细胞圆形或卵圆形, 常含棕色物质, 射线细胞的弦向壁不具缘壁孔。

产地及层位: 吉林营城火石岭; 上侏罗统火石岭组

原始雪松属 *Protocedroxylon* Gothan 1910

模式种: *Protocedroxylon araucumoides* Gothan

特征: 管胞具冷杉型或罗汉松型纹孔, 射线细胞所有的壁都具纹孔 (冷杉式), 正常的木材无树脂道。

时代与分布: 三叠纪至白垩纪; 欧洲, 北美, 非洲, 东亚, 大洋洲, 北极。

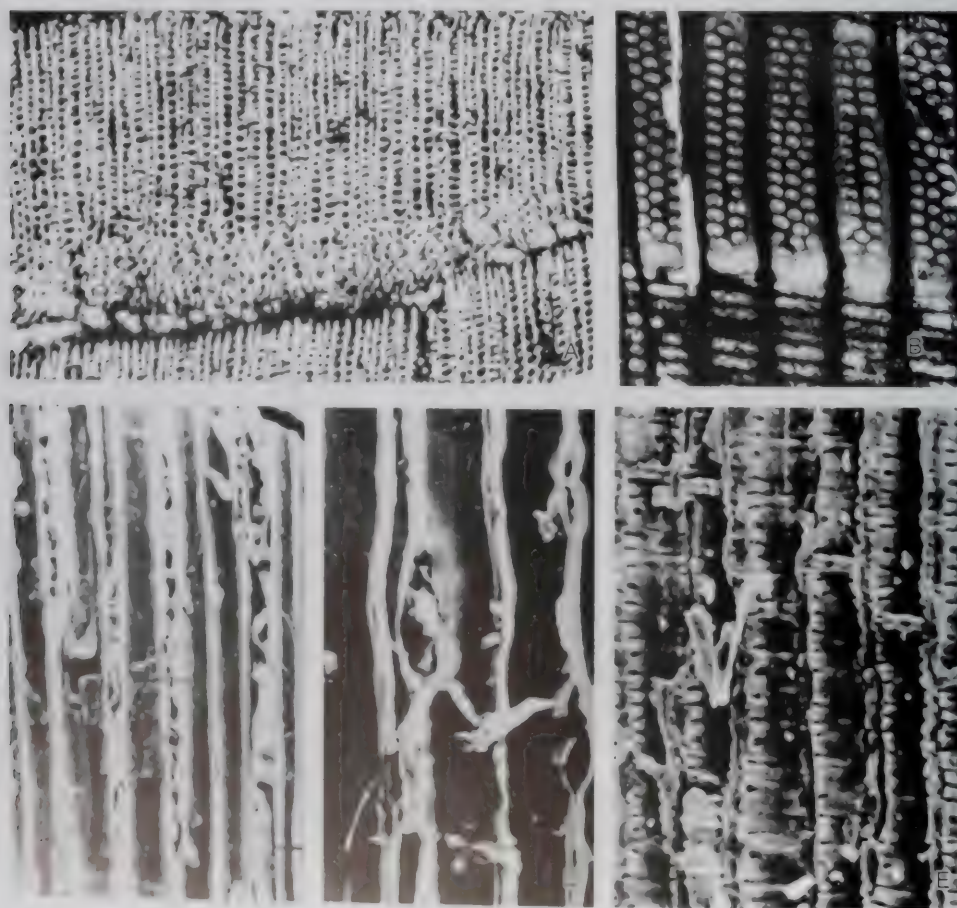
灵武原始雪松型木 *Protocedroxylon lingwuense* He and Zhang 1993 (图版 5-16)

1993 *Protocedroxylon lingwuense*, 何德长, 张秀仪, 263页, 图版II-1-3; 图版IV-1, 2)

特征: 横切面生长轮清楚, 细胞间隙明显; 管胞径向直径 $42\text{ }\mu\text{m}$, 弦向直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。径向面早材管胞径向壁有1~3行具缘纹孔, 双行和三行的纹孔紧挤呈多角形或椭圆形, 普通交错排列; 单行纹孔多为圆形, 分离或紧挤。沙里奥横条, 木薄壁组织和树脂道不存在。弦向面上, 管胞弦向壁有小的具缘纹孔, 每平方米20条射线。射线全为薄壁组织, 高1~30个细胞, 单行。射线细胞具冷杉式纹孔; 水平壁, 弦向壁和径向壁的纹孔都是具缘的; 内孔外延 (云杉型) 或内涵; 长 $100\sim 180\text{ }\mu\text{m}$, 高 $15\sim 23\text{ }\mu\text{m}$ 。交叉场有2~6个具缘纹孔对, 通常为一横排。韧皮部缺乏厚壁组织 (纤维或石细胞)。聚集成堆的筛孔充满枝杈状筛域。

产地与层位: 宁夏灵武; 中侏罗统延安组

图版5-16 灵武原始雪松型木 *Protocedroxylon lingwuense* He et Zhang (引自何德长等, 1993)



A. 横切面, 生长轮清楚, 细胞间隙明显, $\times 44$; B. 径向面, 示径壁纹孔和交叉场, $\times 104$; C. 弦切面, 扫描电镜照片, 示射线细胞, $\times 2190$; D. 弦切面, 示射线细胞, $\times 2190$; E. 径切面, 示射线细胞, 扫描电镜照片, $\times 450$ 。

原始柏型木属 *Protocupressinoxylon* Eckhold 1922

模式种: *Protocupressinoxylon cupressoides* (Holden) Eckhold 1922

属征: 径向管胞纹孔原始松式。交叉场纹孔柏木型, 很少有落羽杉式或罗汉松式。射线细胞壁无纹孔。木薄壁组织有时存在, 树脂道缺乏。

时代与分布: 三叠纪至白垩纪; 欧洲, 北美及亚洲。

原始柏型木 (未定种) *Protocupressinoxylon* sp. (图版5-17 ~ 5-18)

1989 *Protocupressinoxylon* sp., Zhou and Zhang, 133 ~ 143页, Plate I, figs. 1-5; Plate II, figs. 1-8.

特征: 横切面生长轮清楚, 早材发育, 宽度达1200 μm , 晚材由1~3列厚壁管胞组成, 宽度可达500 μm , 早材至晚材为渐变; 假轮存在。管胞长方形, 木薄壁组织主要散布在晚材中。射线细胞线形至长方形, 长度达50~125 μm 。弦切面管胞20~50 μm 宽, 弦向壁无纹孔。射线单列, 由(1~)4~6(~14)细胞组成, 高度可达350 μm , 细胞卵圆或长椭圆形, 大小为20~30 μm \times 10~20 μm ; 木薄壁细胞弦向壁上无纹孔。径切面管胞的径向壁上具有1~2列具缘纹孔。纹孔圆形, 直径10~25 μm 或者为横椭圆形, 大小为15~20 μm \times 20~30 μm 。部分管胞偶然可见暗色充填物质。射线同质, 由径向和弦向达20~30 μm 大小的薄壁细胞组成。交叉场每横向列具有2个纹孔。纹孔圆形, 且为明显的柏木型。木薄壁细胞通常比管胞窄。水平壁光滑且略有加厚。

产地与层位: 河南义马; 中侏罗统义马组。

原始叶枝杉型木属 *Protophyllocladoxylon* Kräusel 1939

模式种: *Protophyllocladoxylon leuchsi* Kräusel 1939

属征: 管胞径向壁具缘纹孔为南洋杉型, 交叉场纹孔1个, 稀2个, 具有占优势的或多或少清楚的斜向伸长轴的椭圆形或宽卵形纹孔。

时代与分布: 二叠纪至白垩纪; 南、北半球。

朝阳原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon chaoyangense* Zhang et Zheng (图版 5-19)

2000 *Protophyllocladoxylon chaoyangense*, 张武, 郑少林, 丁秋红, 89~90页, 图版1, 图1-9

特征: 生长轮存在, 清楚; 管胞径壁具缘纹孔式原始松型, 单列, 紧挤, 扁平; 射线单列, 1~5(~10)个细胞高; 管胞弦壁无纹孔; 木薄壁组织发育; 交叉场纹孔每场1个, 偶尔2个, 大而简单, 多数为斜卵形, 少数平展。树脂道缺乏。

产地与层位: 辽宁朝阳边杖子兴隆沟煤矿; 下侏罗统北票组。

弗兰肯原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner (图版 5-20)

2001 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner, 郑少林, 张武, 丁秋红, 74~75页, 图版II, 图1-8, 插图4

特征: 生长轮清楚。管胞径壁具缘纹孔单列, 紧挤, 扁平, 扁圆至横椭圆形。射线单列, 1~13个, 多数为3~9个细胞高。交叉场纹孔每场为1个, 稀有2个, 形大, 简单, 宽卵形或椭圆形, 绝大多数长轴斜置, 少数近于水平。木薄壁组织缺乏。树脂道不存在。

产地及层位: 辽宁北票三宝营; 上侏罗统土城子组。

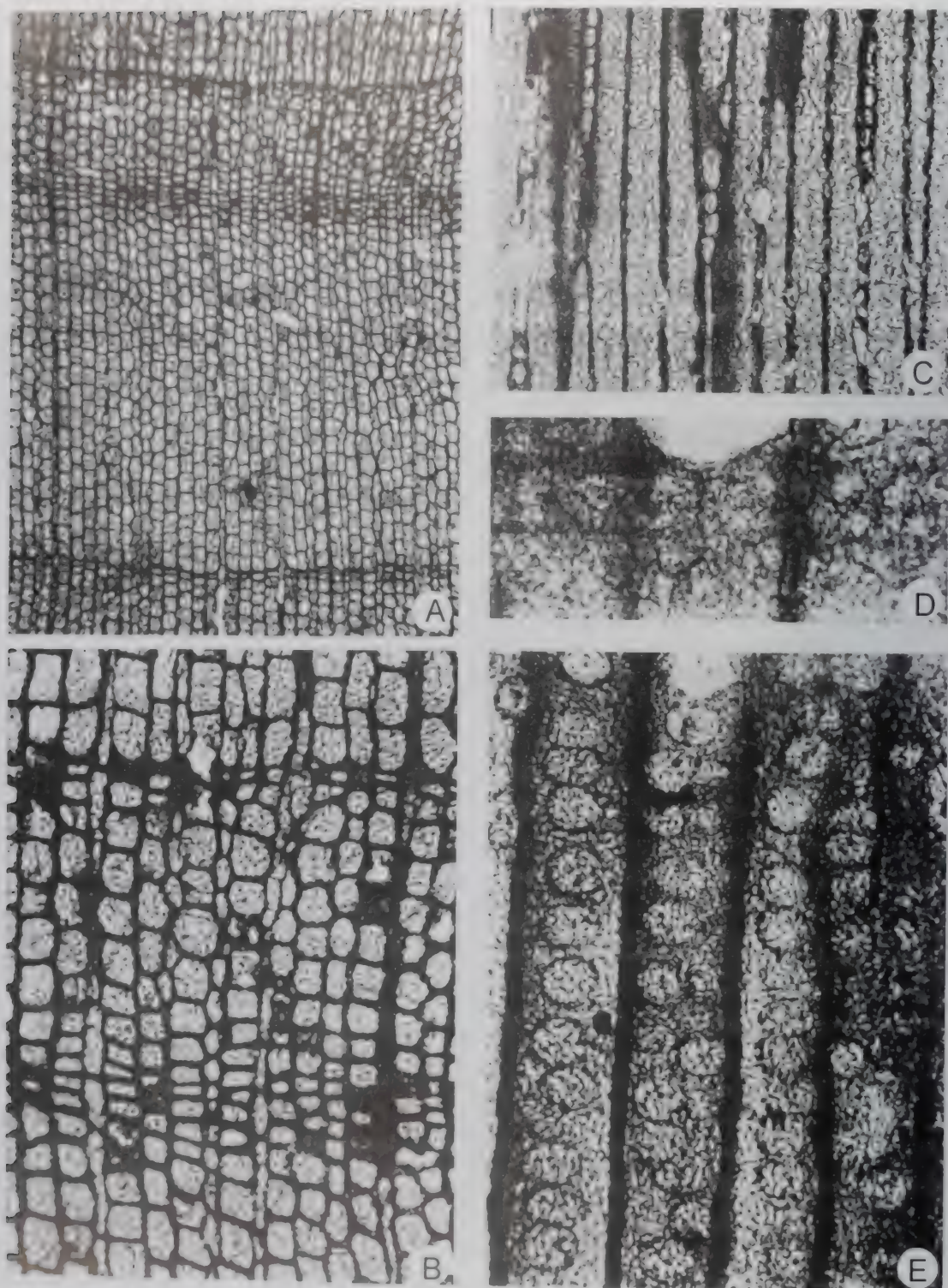
原始云杉型木 *Protopiceoxylon* Gothan 1907

模式种: *Protopiceoxylon extinctum* Gothan 1907

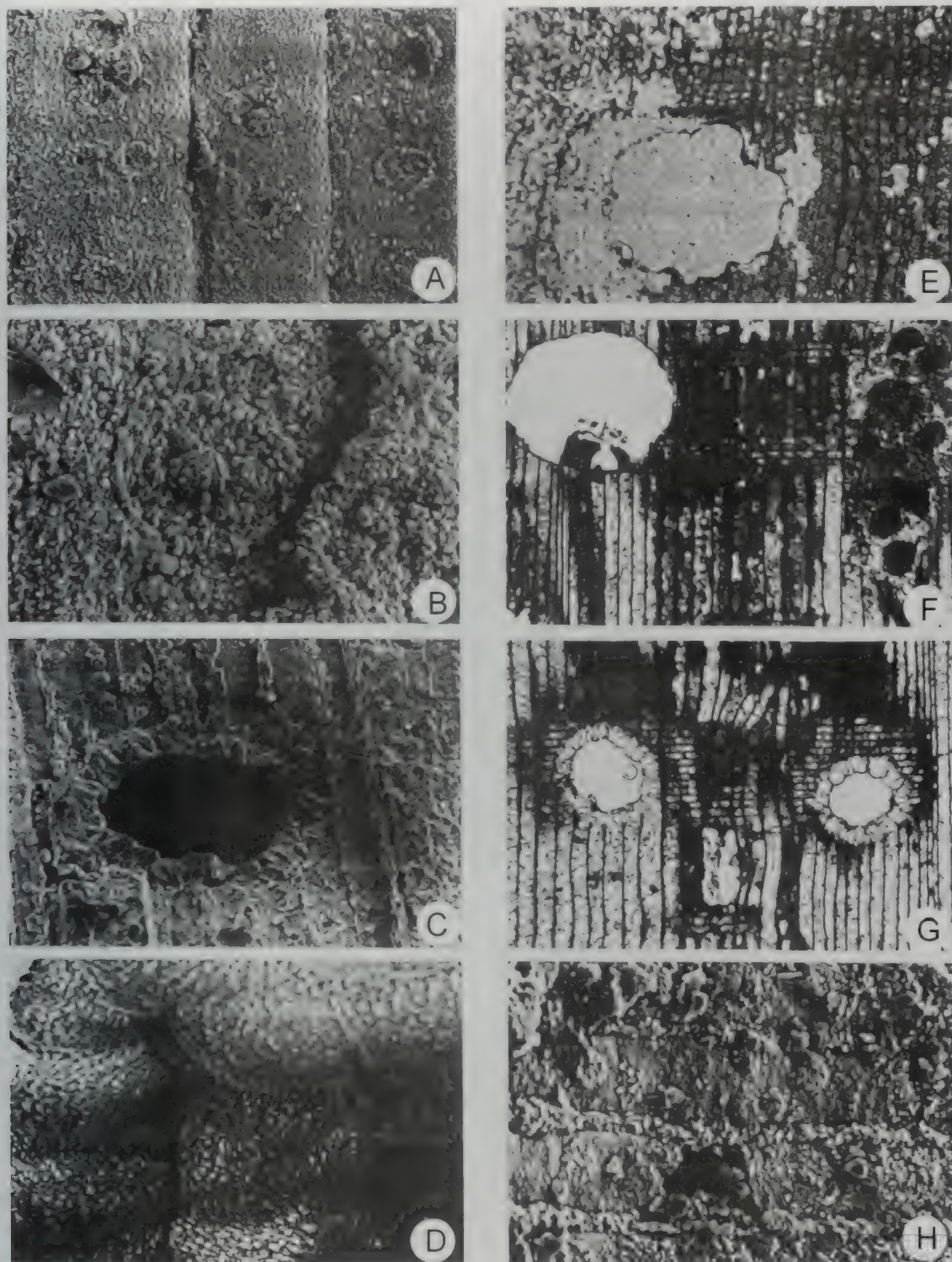
属征: 生长轮明显或不太明显, 管胞径壁纹孔单列或双列, 射线单列, 交叉场纹孔2~4个, 冷杉型, 木薄壁不存在, 具纵向树脂道

时代与分布: 晚侏罗世至第三纪; 北半球

图版51: 异形柏木 (无尾种) *Pariscupressinoxylon* sp. (引自Zhou and Zhang, 1989)



A. 横切面，示生长轮以及垂直排列的射线，形状规则而较大的管胞， $\times 50$ ；B，图A的放大，示射线细胞中间为木质化加厚管胞， $\times 150$ ；C，弦切面，示单列射线， $\times 150$ ；D，交叉场纹孔，每场有4个互成斜交纹孔， $\times 400$ ；E，径切面，示具有混合型纹孔的管胞， $\times 400$

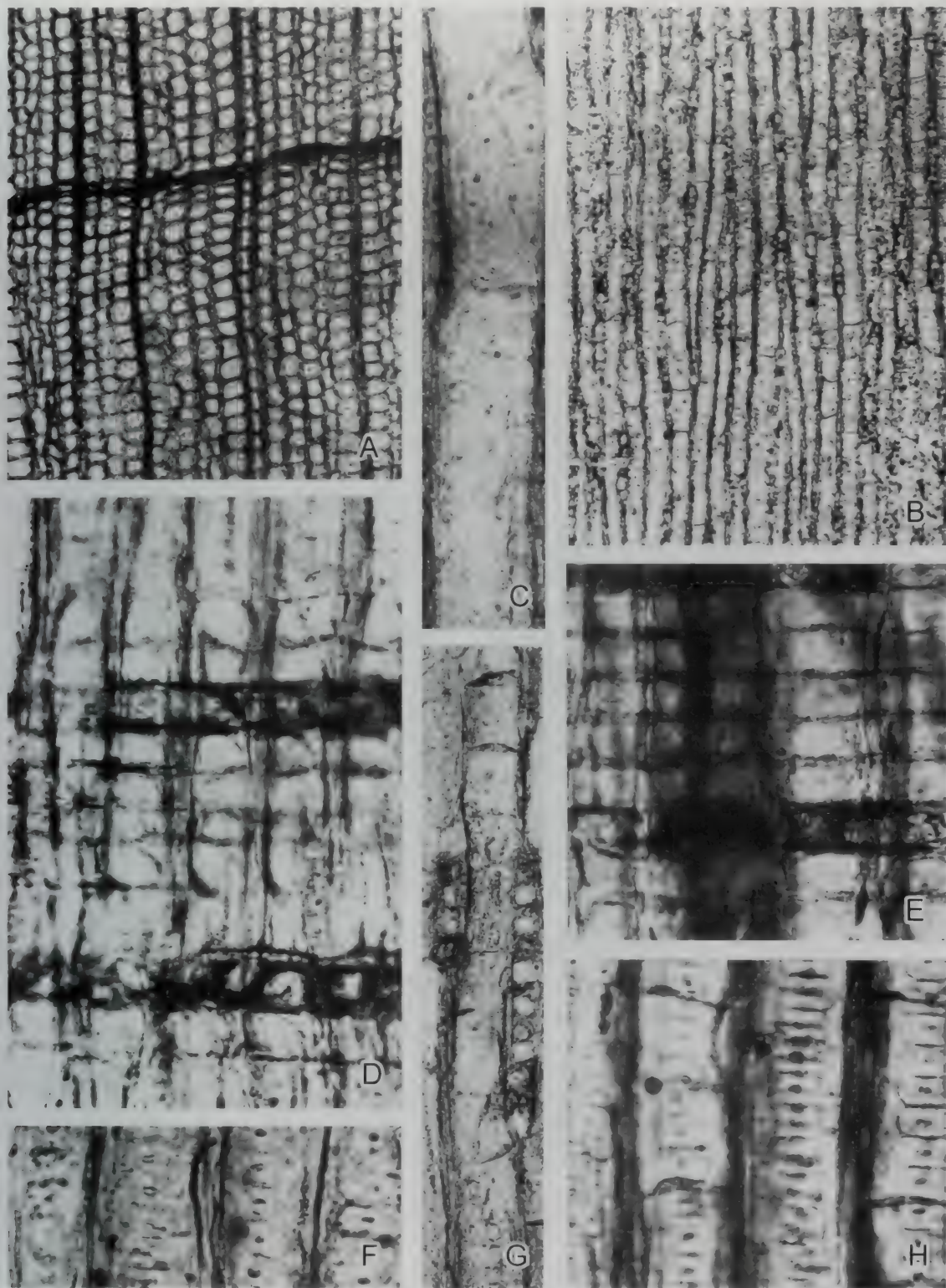
图版5-18 原始柏型木（未定种）*Protocupressionxylon* sp.（引自Zhou and Zhang, 1989）

A. 示管胞上分散的小型具缘纹孔，扫描电镜照片， $\times 520$ ；B. 一个具缘纹孔的放大，扫描电镜照片， $\times 1340$ ；C. 径切面的一个虫穴，扫描电镜照片， $\times 120$ ；D. 图C虫穴的内面观，示薄壁组织的等径细胞轮廓， $\times 660$ ；E. 横切面，示一个横切面的虫穴， $\times 50$ ；F. 一个虫穴的径切面观，右侧为球状的排泄物团块， $\times 50$ ；G. 两个虫穴的径切面观， $\times 50$ ；H. 交叉场的纹孔， $\times 660$

图版 549 贵州黄柏干枝杉 *Protaphyllodes xylon chaoyangense* Zhang et Zheng



A, 横切面, 示木射线高度及分布, $\times 40$; B, 径切面, 示木射线分布及高度, $\times 40$; C, 弦切面, 示木薄壁细胞排列, $\times 40$; D, 横切面, 示木射线高度及分布, $\times 40$; E, 径切面, 示管胞径壁纹孔, $\times 40$; F, 横切面, 示木射线高度及分布, $\times 40$; G, 横切面, 示木射线高度及分布, $\times 40$; H, 径切面, 示具缘纹孔口, $\times 800$; I, 弦切面, 示木薄壁细胞排列, $\times 40$ 。

图版5-20 弗兰肯原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner

A. 横切面，示生长轮及管胞形态， $\times 68$ ；B. 弦切面，示木射线及径列条， $\times 150$ ；C. 弦切面，示管胞弦壁上的纹孔， $\times 175$ ；D. 径切面，示交叉场纹孔及射线细胞内的暗褐色填充物， $\times 350$ ；E. 径切面，示交叉场纹孔在部分早材中呈横向椭圆形，在晚材中呈两端微尖的斜椭圆形， $\times 350$ ；F. 径切面，示管胞径壁纹孔， $\times 350$ ；G. 弦切面，示部分射线细胞内的暗色填充物， $\times 150$ ；H. 径切面，示径壁具缘纹孔呈紧挤压扁的形态， $\times 350$

黑龙江原始云杉型木 *Protopiceoxylon amurense* Du (图版 5-21)

1982 *Protopiceoxylon amurense*, 杜乃正, 384~385页, 图版II, 图1-9

特征: 化石木材由管胞、射线薄壁细胞和轴向树脂道组成, 无轴向木薄壁组织和径向树脂道。生长轮明显, 晚材管胞较狭, 由10~15层管胞组成, 从早材到晚材管胞壁厚变化为略急变。管胞早材横截面为长方形, 管径均为 $45 \times 40 \mu\text{m}$ 。纹孔1~2列, 常对生, 多相接排列, 圆形, 直径 $18 \mu\text{m}$ 。孔口圆形, 唇缘显著。晚材横切面扁方形或小方形, 壁极厚。木射线单列和部分2列, 高1~45层细胞, 通常14~25层, 部分2列, 其2列部分的高度常占射线全高的2/3以上。弦切面木射线细胞呈圆—椭圆形。射线细胞内有少量树脂物质填充, 常可见块状晶体。横壁纹孔丰富, 弦壁常成节状加厚。边缘射线细胞外壁波浪形, 细胞轴向伸长, 但不是射线管胞。交叉场纹孔小, 单纹孔或杉木型(?), 1~4个, 常2~3个。纹孔椭圆形, 斜向, 直径约 $5 \mu\text{m}$ 。轴向木薄壁组织未见。具正常的和创伤轴向树脂道, 散生或集成弦向列, 散生常的见于晚材带或过渡带内, 成弦向列的常集于晚材带外侧呈轮界状。树脂道横切面长椭圆形, 直径 $150 \times 90 \mu\text{m} \sim 230 \times 110 \mu\text{m}$ 。其内可见有暗色充填体, 泌脂细胞壁厚, 数日常多于10个。

产地与层位: 黑龙江嘉荫白山头; 上侏罗统宁远村组。

绝灭原始云杉型木 *Protopiceoxylon extinctum* Gothan (图版 5-22)

1906 *Protopiceoxylon extinctum*, Gothan, 32页; 图版1, 图2-5; 插图16, 17

1945 *Protopiceoxylon extinctum*, Mathews and Ho, 27页; 插图1-8

1963 *Protopiceoxylon extinctum*, 斯行健等, 325页, 图版110, 图6-8, 插图60

特征: 生长轮清楚, 早材带宽度平均为 $0.8 \sim 1.2 \text{ mm}$, 晚材带宽度平均为 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。在生长轮中部或生长轮边缘外边附近可以见到树脂道。早材管胞横切面成方形, 互相紧挤, 管胞壁厚约 $4 \mu\text{m}$ 。晚材管胞在横切面不很规则, 常常压扁, 平均长度为 $15 \mu\text{m}$ 。管胞径向壁具缘纹孔互相接触, 有时互相分离, 多数为单列至双列, 有时为3列。壁孔为圆形, 或微微地压扁, 直径为 $14 \sim 20 \mu\text{m}$, 互生或对生。弦向壁的壁孔多数彼此分离。木薄壁组织存在或不存在, 分散薄壁组织未见到。木薄壁组织为冷杉式壁孔。树脂道存在或不存在。如果存在, 仅为纵列, 并且或多或少地拼列为弦向的长带, 长度可超过 30 cm 。树脂道或单独或两个至三个成群出现。树脂道径向直径为 $50 \sim 70 \mu\text{m}$, 弦向直径为 $50 \sim 170 \mu\text{m}$ 。射线单列, 偶然双列, 高度为2~21个细胞(多数为5~8个细胞)。射线中没有树脂道, 射线细胞为冷杉式壁孔, 在射线和管胞的交叉场上, 普通为1~4个, 不具缘, 直径 $2 \mu\text{m}$ 。

产地与层位: 河北涿鹿夏家沟; 中侏罗统髫髻山组, 上侏罗统土城子组。

新疆原始云杉型木 *Protopiceoxylon xinjiangense* Wang, Zhang et Saiki (图版5-23; 5-24)

2000 *Protopiceoxylon xinjiangense*, 王永栋, 张武, 斋木健一, 179~180页, 图版I, 图1-5; 图版II, 图1-4

特征: 仅为次生木材, 生长轮清晰, 仅具有正常树脂道; 径向管胞具缘纹孔1~2列, 1列时分离或接合, 圆形, 2列时对生或互生。木射线单列, 射线细胞壁具冷杉式纹孔, 交叉场纹孔1~9个。射线管胞及木薄壁组织存在, 径向壁有具缘纹孔。

产地与层位: 新疆奇台石树沟; 上侏罗统石树沟群。

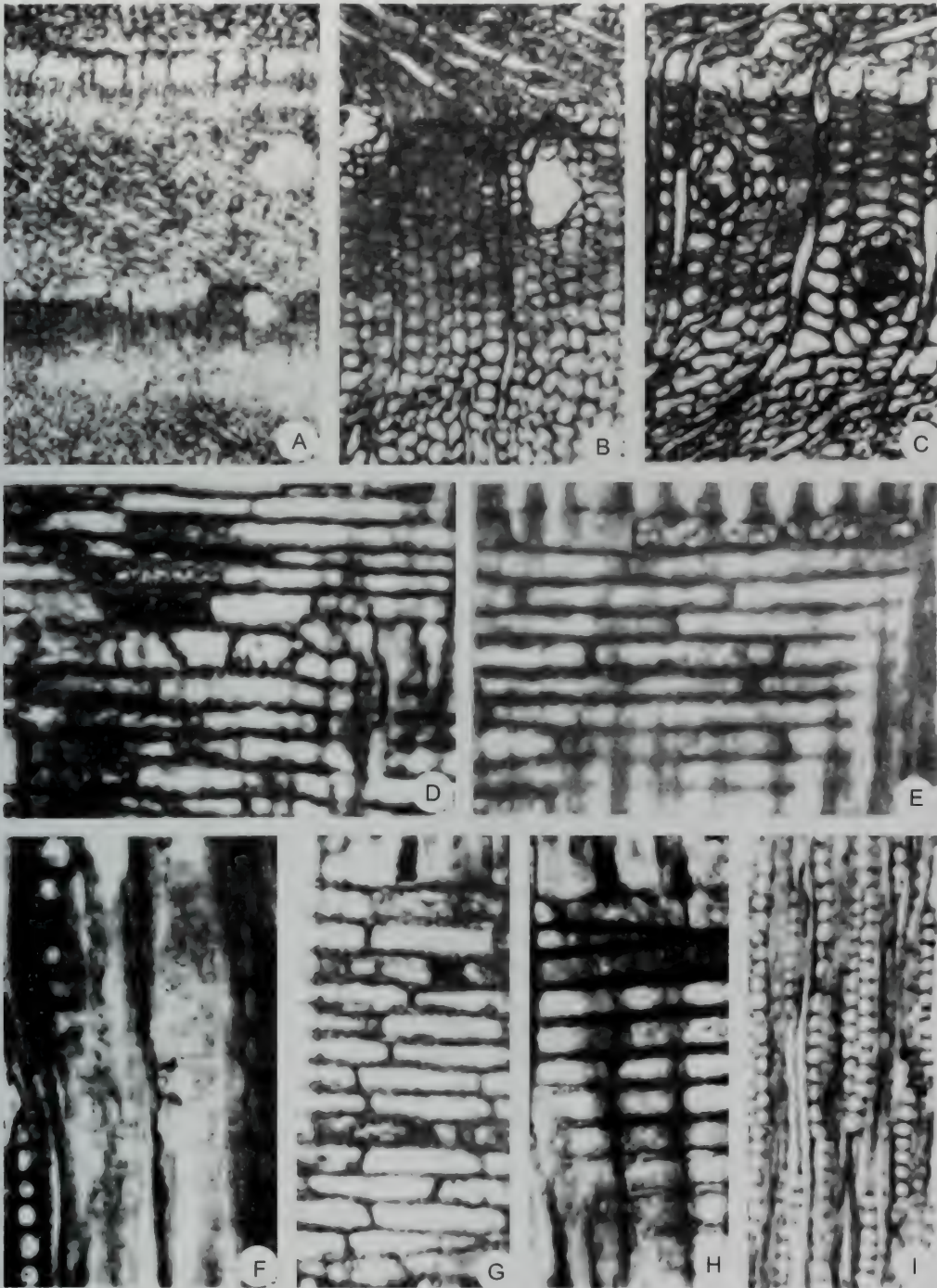
侏罗原始云杉型木 *Protopiceoxylon yabei* (Shimakura) Sze (图版5-25)

1935-36 *Pinoxylon yabei*, Shimakura, 页289 (23); 图版19 (8), 图1-8; 插图8, 9

1945 *Pinoxylon* (= *Protopiceoxylon*) *yabei*, Mathews and Ho, 页27

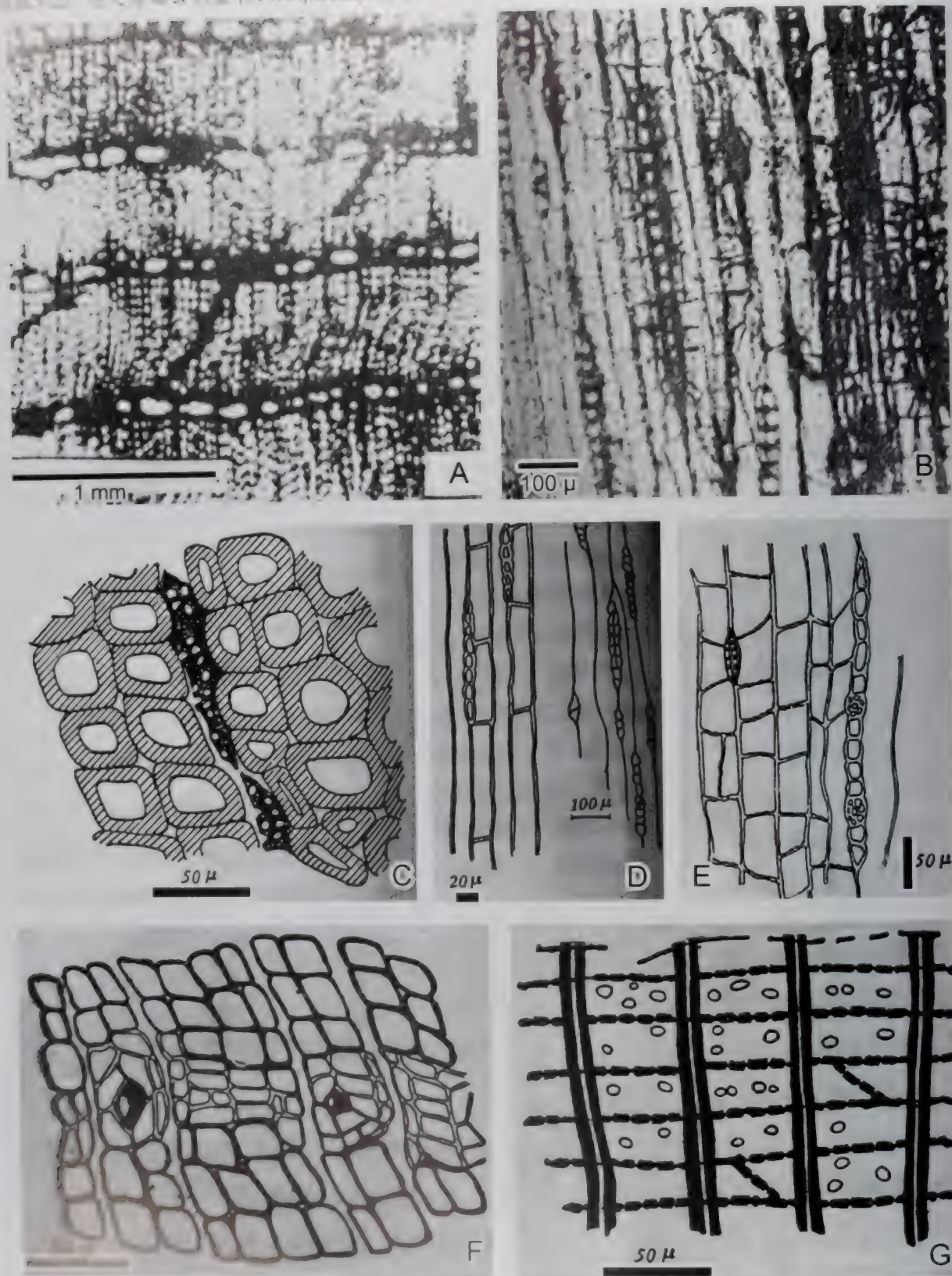
1963 *Protopiceoxylon yabei* (Shimakura) Sze, 斯行健等, 327页, 图版111, 图1-6, 插图61

早材至晚材逐渐过渡, 具有纵向树脂道。管胞大, 径向壁上具缘小壁孔。管胞常成堆排列, 很少交错排列, 彼此分离, 有时成堆互相紧挤。弦向壁具缘纹孔。管胞径向壁可以见到沙尼奥横条 (Crossulae)。木薄壁组

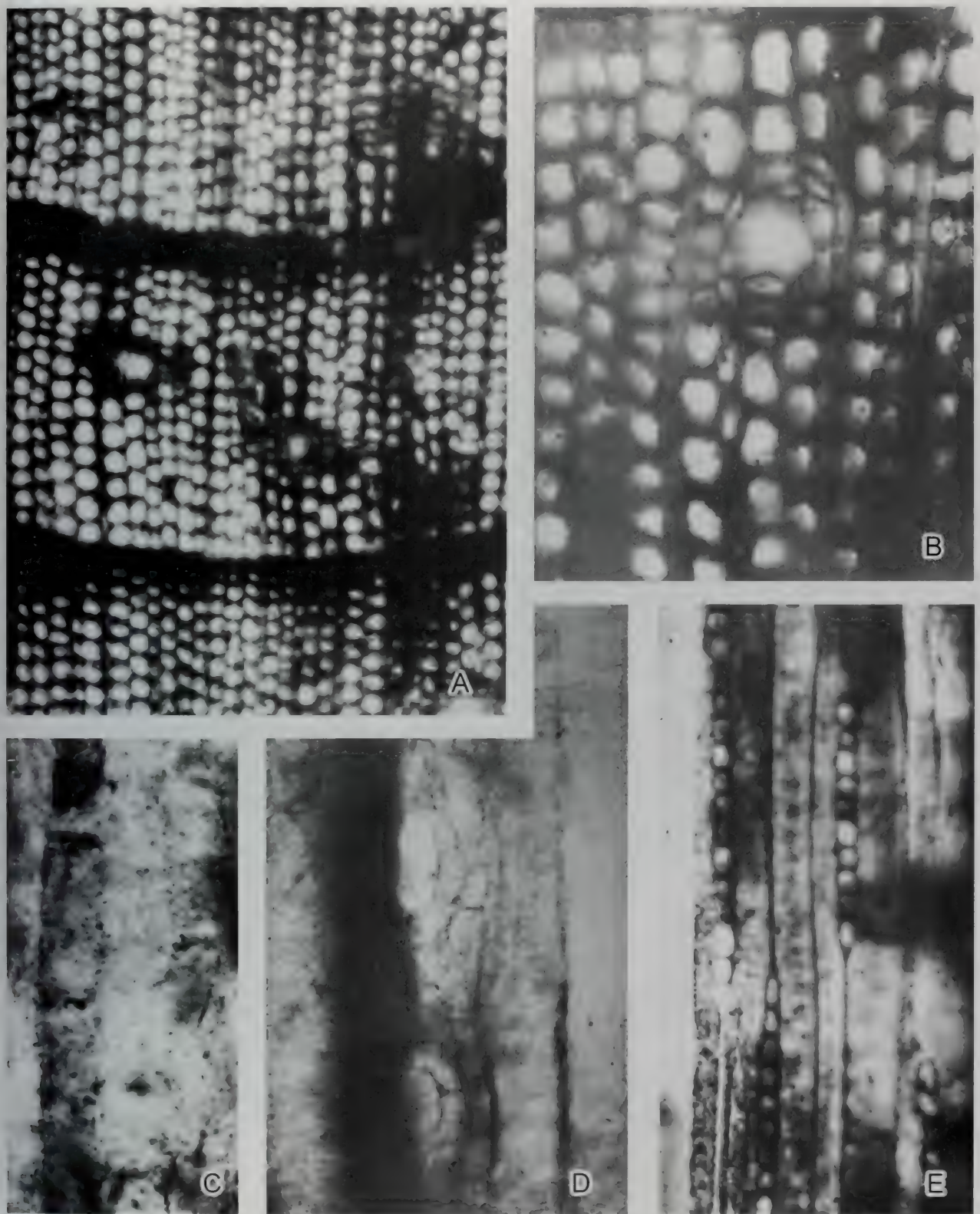
图版5-21 黑龙江原始云杉型木 *Protopiceoxylon amurense* Du (引自杜乃正, 1982)

A, 横切面, 示生长轮、轴向创伤和正常树脂道, $\times 30$; B, 横切面, 示管胞和正常轴向树脂道, $\times 90$; C, 横切面, 示轴向树脂道及侵填体, $\times 90$; D, 径切面, 示射线细胞弦壁节状加厚, $\times 180$; E, 径切面, 示射线细胞内的晶体充填物, $\times 180$; F, 径切面, 示管胞径壁纹孔及眉条, $\times 360$; G, 径切面, 示射线细胞横壁纹孔和边缘细胞外壁波浪形, $\times 180$; H, 径切面, 示交叉场纹孔, $\times 180$; I, 弦切面, 示木射线, $\times 90$ 。

图版 522 地壳厚板云杉木 *Protopiceoxylon extinctum* Gothan (引自斯行健等, 1963)

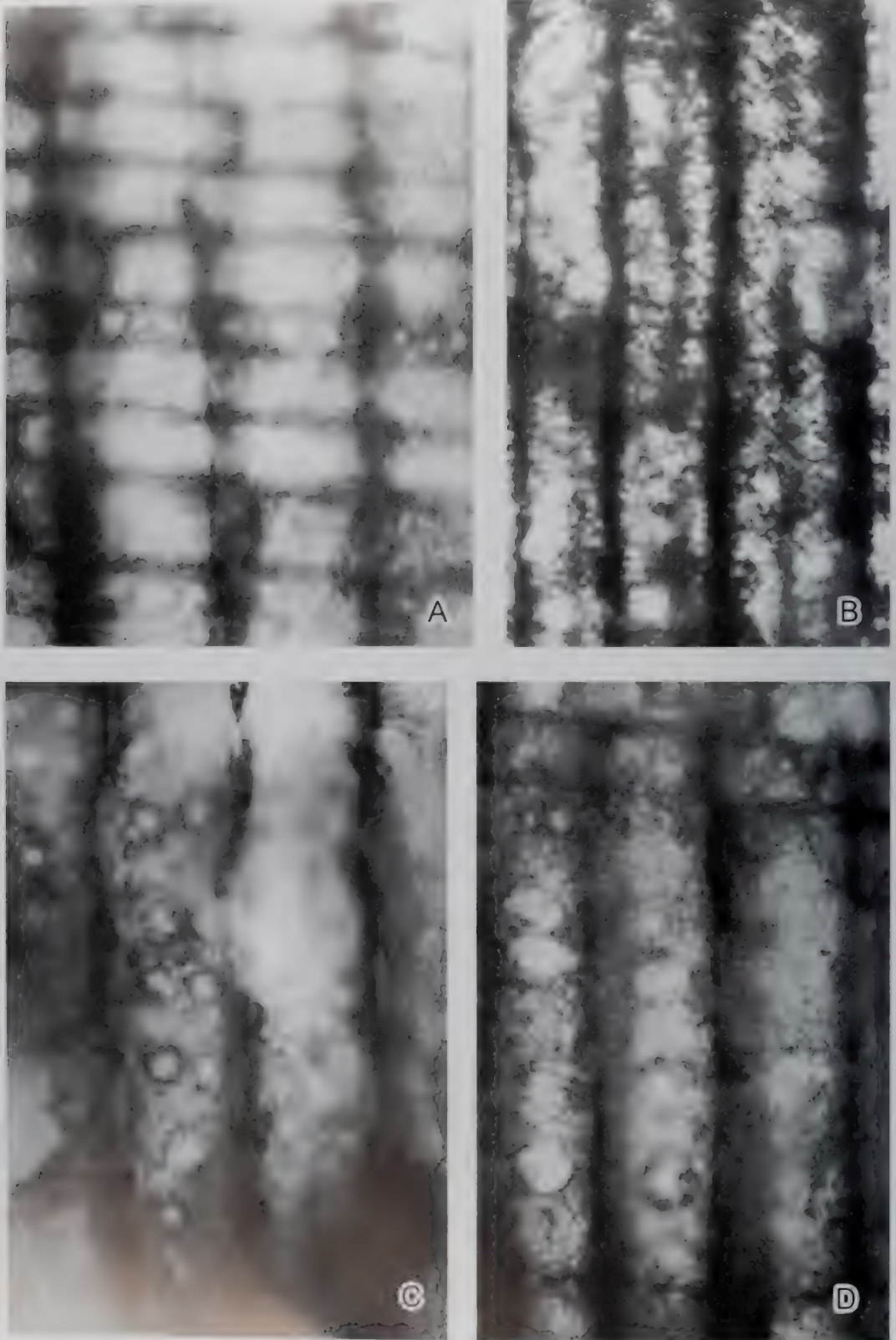


图版 522 地壳厚板云杉木 *Protopiceoxylon extinctum* Gothan (引自斯行健等, 1963)
A. 横切面, 示射线及双列的木射线; C. 横切面, 示管胞及其形态; D. 纵切面, 示管胞的螺旋加厚; E. 纵切面, 示管胞的螺旋加厚; F. 横切面, 示管胞及其形态; G. 径切面, 示交叉场及纹孔

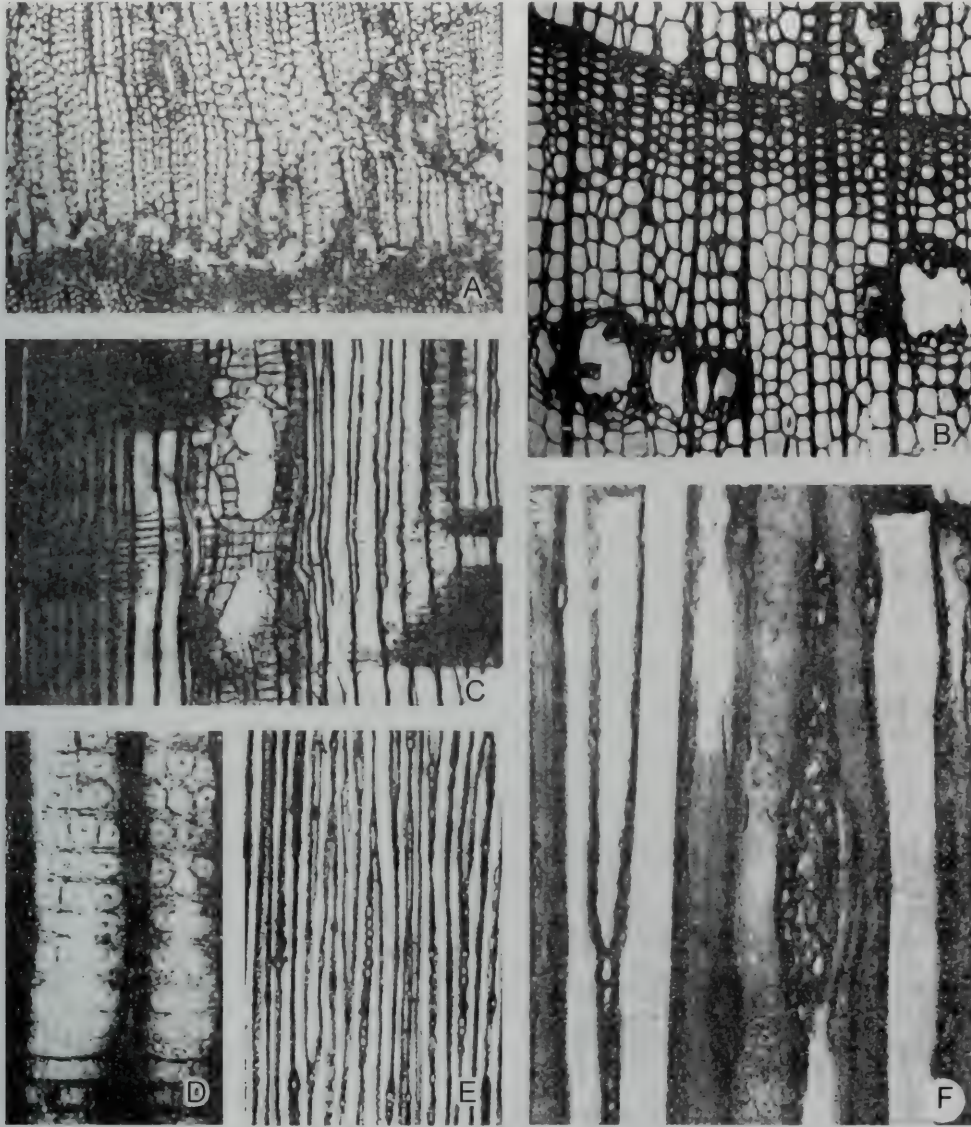
图版5-23 新疆原始云杉型木 *Protopiceoxylon xinjiangense* Wang, Zhang et Saiki

A, B, 横切面, 示生长轮及正常的轴向树脂道, A, $\times 68$; B, 175; C, 径切面, 示轴向树脂道的径面观, $\times 350$; D, 径切面, 示木薄壁细胞, $\times 350$; E, 弦切面, 示单列木射线细胞轮廓及弦向管胞壁上的具缘纹孔, $\times 175$

图版524 新疆植物志 新疆植物 *Protopiceoxylon xinjiangense* Wang, Zhang et Saiki



A, 横切面, 示管胞径向壁上的冷杉式纹孔以及射线管胞径壁纹孔, $\times 350$; B, 径切面, 示管胞径向壁上的双列纹孔, $\times 350$; C, 横切面, 示管胞径向壁上的双列纹孔 (中部), $\times 350$; D, 径切面, 示管胞径向壁上的双列纹孔 (中部), $\times 350$

图版5-25 矢部原始云杉型木 *Protopiceoxylon yabei* (Shimakura) Sze (引自斯行健等, 1963)

A, 横切面, 示生长轮及管胞形态, $\times 25$; B, 径切面, 示交叉场和径壁纹孔, $\times 50$; C, 径切面, 示交叉场和径壁纹孔, $\times 50$; D, 径切面, 示径壁纹孔, $\times 180$; E, 径切面, 示木射线类型, $\times 50$; F, 径切面, 示单列的和纺锤形的木射线, $\times 200$

组织限于生长轮边缘, 具有不规则的加厚的横壁。具有创伤树脂道。射线单列, 有时为双列或三列, 很高 (达1~70个细胞高度), 具有薄壁细胞 (或薄壁组织) 和边缘的射线管胞 (沿射线边缘的管胞)。交叉区侧壁有1~2, 很少有3个壁孔。不正常地分叉而呈纺锤形的射线存在, 纺锤形射线有或没有小而横的树脂道, 其周围包以厚壁细胞。

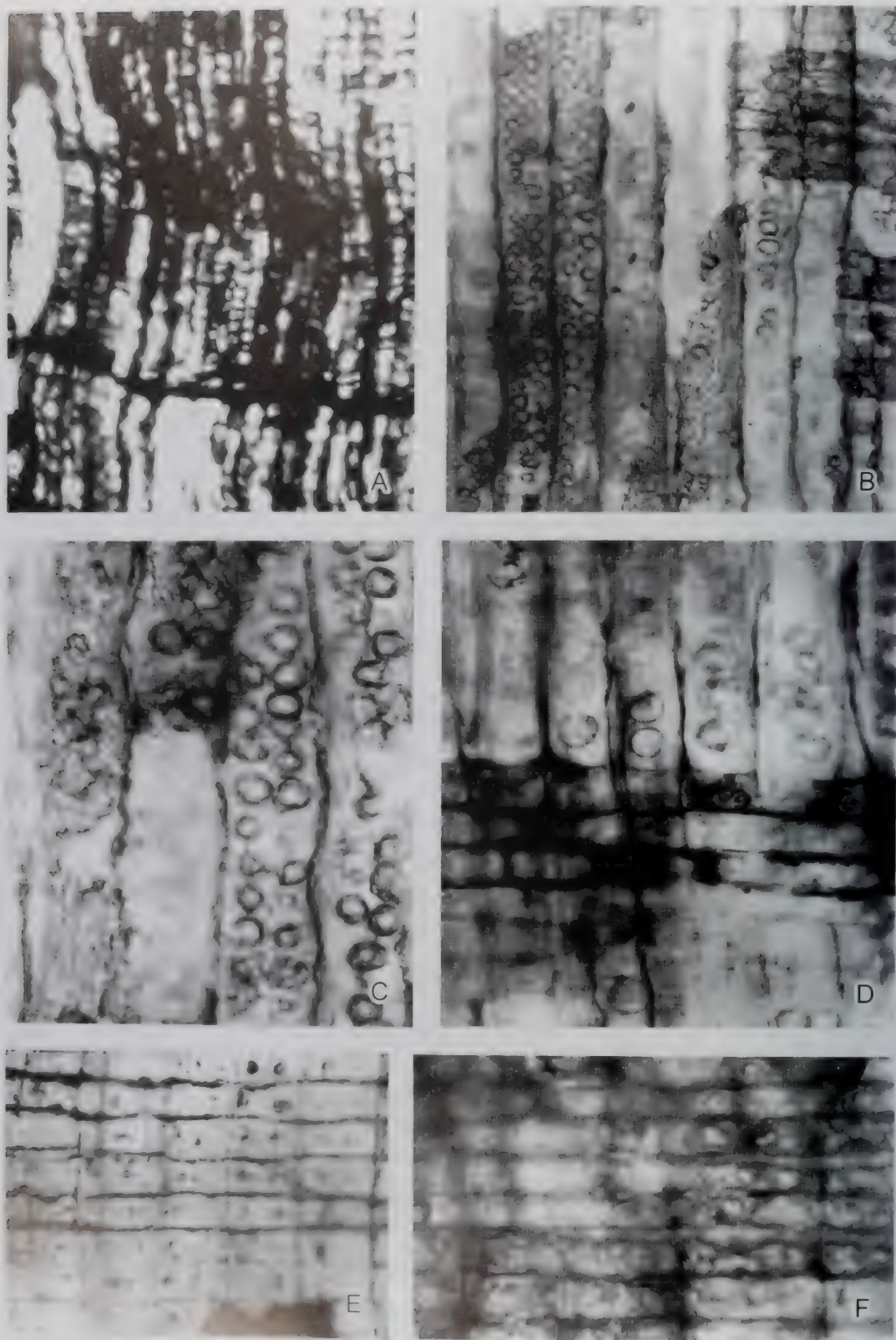
产地与层位: 吉林火石岭; 上侏罗统。

原始罗汉松型木属 *Protopodocarpoxylon* Eckhold, 1922

模式种: *Protopodocarpoxylon blevillense* (Lignier) Eckhold, 1922

属征: 管胞径壁具缘纹孔南洋杉式或原始松式。交叉场纹孔为罗汉松式, 小至中等大小, 多数每场1~4个, 个数较小, 具缘或简单, 至少在正常的木材中, 孔口为垂向或斜置。射线细胞壁不具孔。木薄壁组织有时存在。树脂道缺乏。

图版3-26 西藏罗平侏罗纪植物化石 *Protopodocarpoxylon batuyingziense* Zheng et Zhang



A, B, 纵切面，示管胞1~2列径壁具缘纹孔及部分交叉场， $\times 175$ ；
C, D, 横切面，示管胞径向排列及缘纹孔式， $\times 175$ ；E, F, 径切面，示径壁具缘纹孔式及各式不同类型的
纹孔。

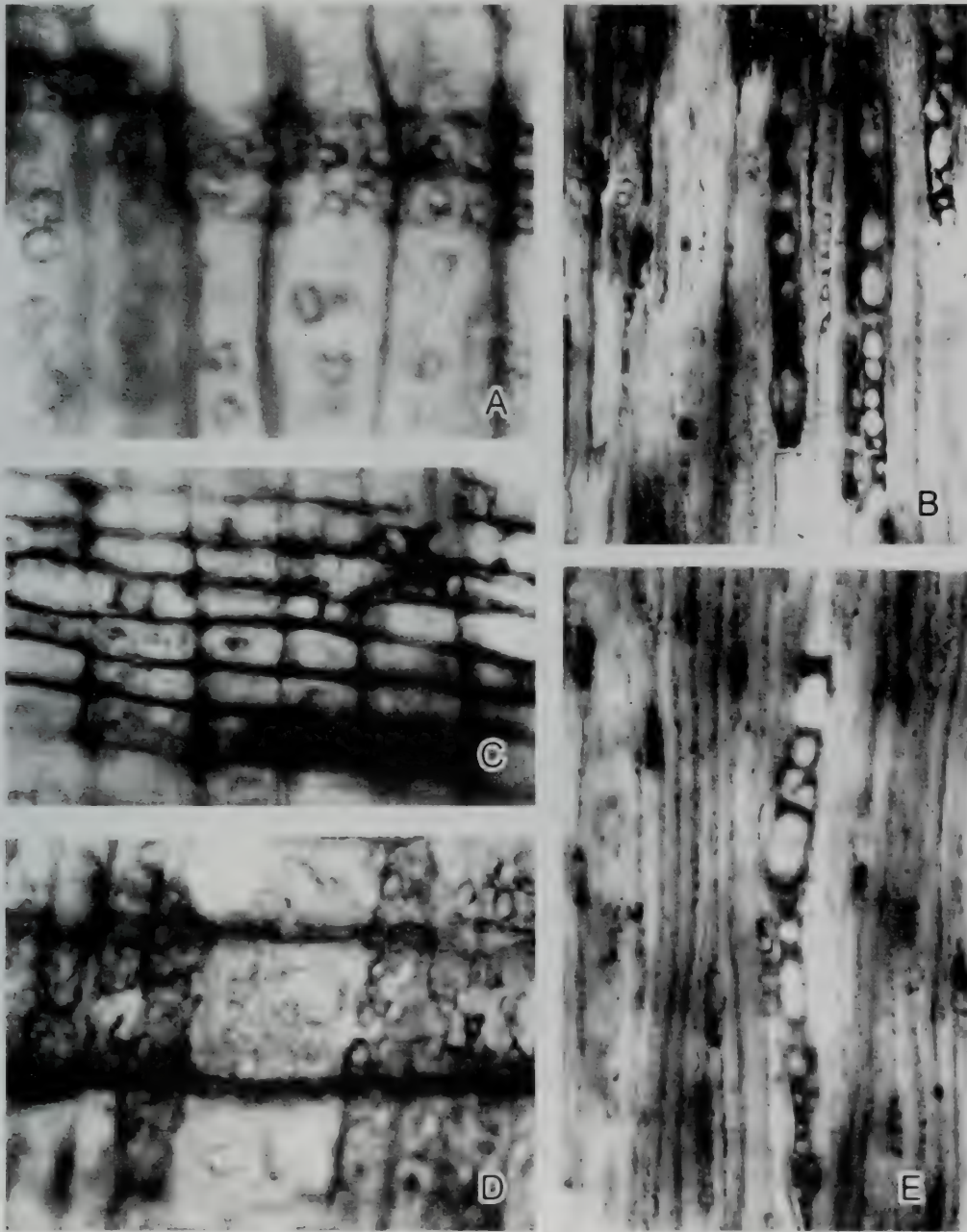
时代与分布：晚三叠世至白垩纪；欧、亚、非、大洋各大洲

巴图营子原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon batuyingziense* Zheng et Zhang (图版 5-26, 5-27)

2004 *Protopodocarpoxylon batuyingziense* Zheng et Zhang, 郑少林 (见: 王五力等, 2004), 59页, 图版16, 图5-7; 图版17, 图1-4; 图版18, 图1-7

特征：生长轮清楚。管胞径壁具缘纹孔为原始松式，1~2列，单列时分离、圆形，有时接触，圆形或微扁；双列时互生或对生，分离或接触，圆形或微扁，但从不呈方形或多角形。在交叉场上，射线细胞的横壁和端壁平滑无孔。交叉场纹孔为罗汉松型、柏木型，少数杉木型、云杉型，每场1~4个，多数

图版5-27 巴图营子原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon batuyingziense* Zheng et Zhang



A, C, D, 径切面，示径壁具缘纹孔和各式不同类型的交叉场纹孔 $\times 350$ ；B, E, 弦切面，示轴向木薄壁组织细胞的内含物， $\times 350$

管胞。在管胞初生壁区可见6~8个。射线单列，1~12个细胞高，多数4~10个。轴向木薄壁组织丰富。木薄壁细胞长方形，有时连接成短的纵行，每个细胞内充满大小和数目不等的圆形、方形或椭圆形淀粉颗粒。树脂道缺乏。

产地与层位：辽西北票巴图营子；上侏罗统土城子阶

原始金松型木属 *Protosciadopityoxylon* Zhang, Zheng et Ding, 1999

模式种：*P. liaoningense* Zhang, Zheng et Ding, 1999

属征：具有生长轮。管胞径壁纹孔为南洋杉型和冷杉型的过渡型，即原始松型。交叉场纹孔为金松型，或者为窗格型和亚杉木型。木射线由薄壁组织组成。水平和弦向壁的射线细胞不具缘。木薄壁组织和树脂体不存在。

时代与分布：早侏罗世和早白垩世；中国辽西

辽宁原始金松型木 *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng et Ding (图版5-28)

1999 *Protosciadopityoxylon liaoningense*, Zhang, Zheng and Ding, 1312~1316页，图版I，图1-4；图版II，图1-6；图版III，图1-4；插图2

特征：生长轮明显，管胞径壁具缘纹孔扁圆形，几乎占据了管胞的宽度，内孔口和外孔口不一致，弦向壁无纹孔。木射线由薄壁细胞组成，单列，具胞间隙，水平壁和端壁无孔；交叉场纹孔为多形的亚杉木型和窗格型，每一交叉场有一个大的纹孔，偶为两个。缺乏木薄壁组织和树脂道。

产地与层位：辽宁北票巴图营子任家沟煤矿；下侏罗统北票组。

辽西原始金松型木 *Protosciadopityoxylon liaoxiense* Zhang et Zheng (图版5-29)

2000 *Protosciadopityoxylon liaoxiense* 张武，郑少林，丁秋红，90~93页，图版2，图1-7；图版3，图1-3

特征：密木型次生木质部，生长轮存在；管胞径壁纹孔式为原始松型，单列，紧挤，压扁；木射线单列，具胞间隙，1~7个细胞高；管胞弦壁有具缘纹孔1~2列；射线细胞水平及弦向壁光滑无孔；交叉场纹孔式为窗格型和亚杉木型混合类型。木薄壁组织罕见；树脂道不存在。

产地与层位：辽宁朝阳边杖子兴隆沟煤矿，凌源南营子龙凤沟煤矿，喀左白塔子杨树沟煤矿；下侏罗统北票组。

热河原始金松型木 *Protosciadopityoxylon jeholense* (Ogura) Zhang et Zheng (插图 5.2)

1948 *Araucarioxylon jeholense* Ogura, 347~348; 图版3, 图D—F, K—L.

2000 *Protosciadopityoxylon jeholense* (Ogura) Zhang et Zheng, 张武，郑少林，丁秋红，93页，图2

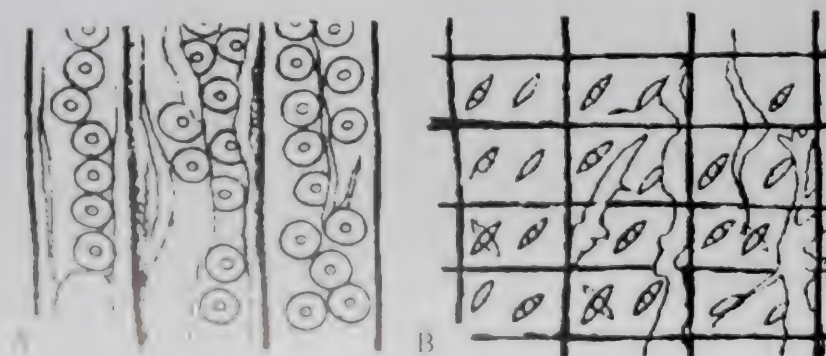
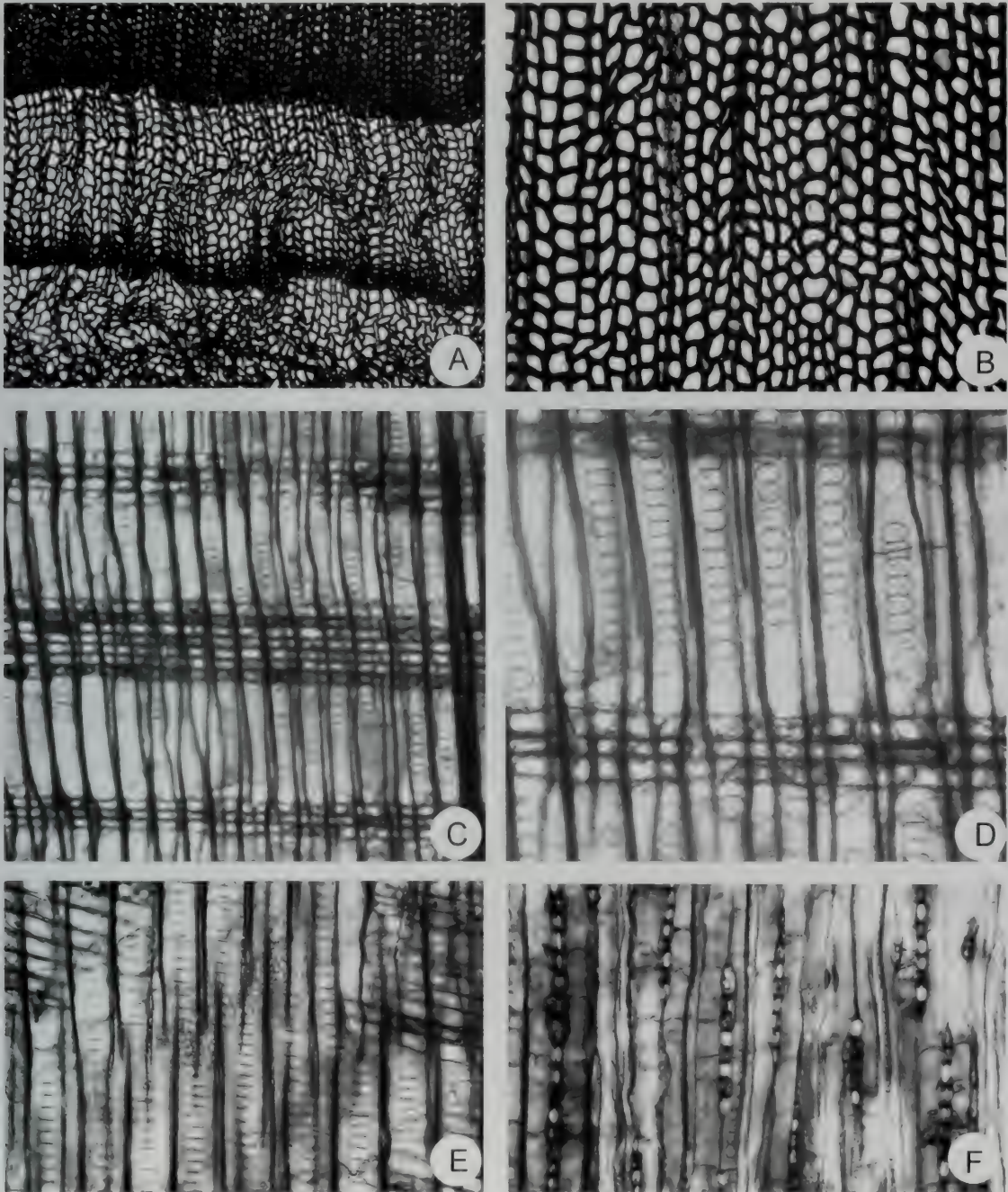


图 5.2 热河原始金松型木 *Protosciadopityoxylon jeholense* (Ogura) Zhang et Zheng

A. 管胞和射线；B. 交叉场纹孔式

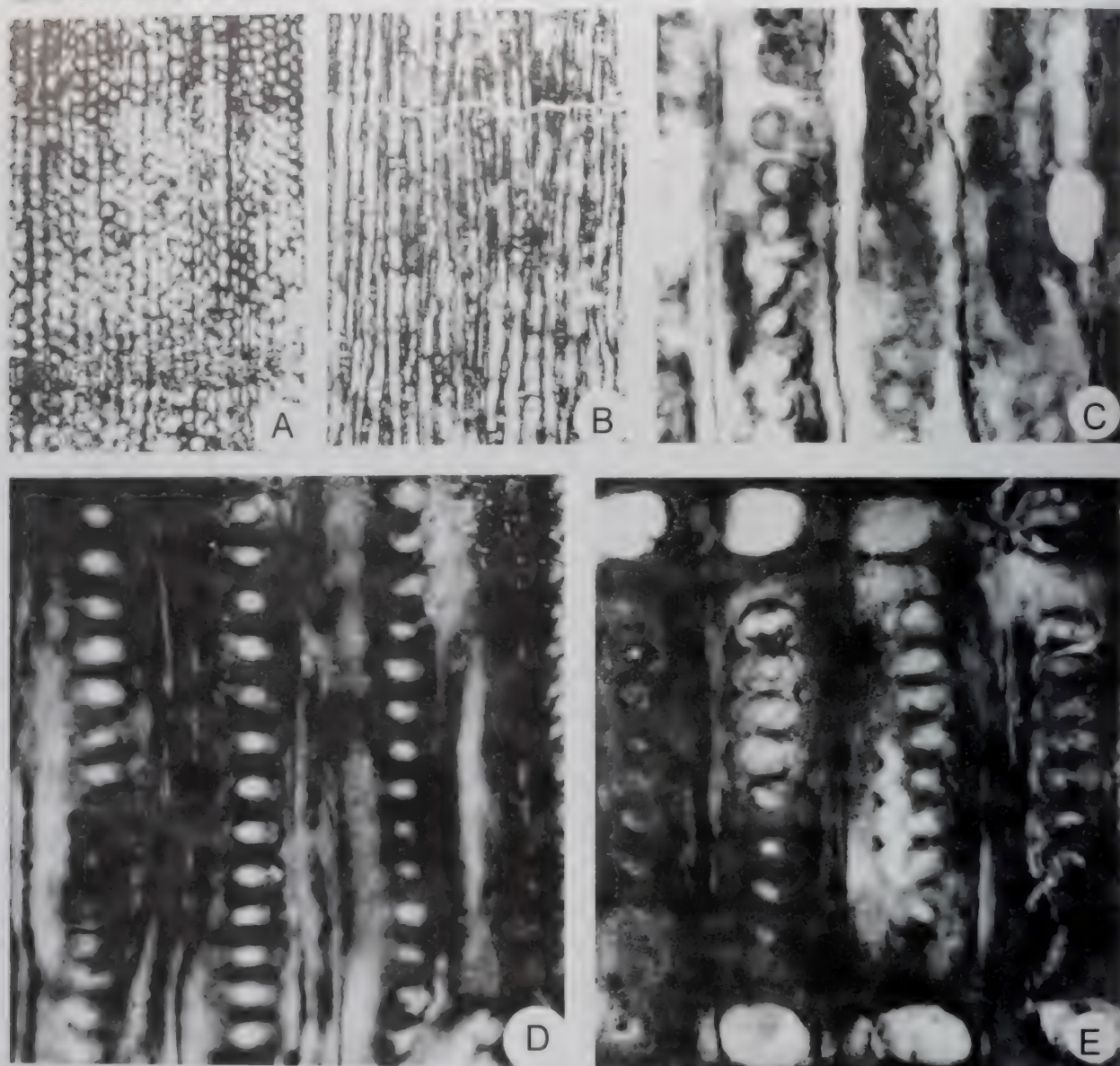
讨论: Ogura (1948) 描述的归于 *Araucarioxylon* 属名之下的标本解剖构造保存不好, 加之图片放大倍数太小, 特征不易看清, 但 Ogura 在原文中提供了两张插图: 其一是径切面 (图 2-K), 显示管胞径壁具缘纹孔式为原始松式: 单列时为互相接触的圆形; 两列时互生或呈群状排列, 有的接近有的分离, 均呈圆形。其二是径切面 (图 2-L), 显示交叉场纹孔特征: 每场纹孔多数为两个, 偶尔 1 个; 纹孔全部绘制成枣核形或透镜形, 内部均有桶形孔口。张武等 (2000) 认为 Ogura 的这个插图仅绘出了纹孔口的部分, 而整个纹孔的形态并未画出。故此推断, 这种交叉场纹孔孔口正与亚杉木型纹孔在管胞腔一侧所显示的特征相符, 该种所显示上述特征与南洋杉型木属 (*Araucarioxylon*) 毫无关系, 因而将此种联合于

图版 5-28 辽宁原始金松型木 *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng et Ding



A, B, 横切面, 示生长轮及管胞形态, A, $\times 32$; B, $\times 60$; C, D, 径切面, 示交叉场及纹孔, C, $\times 160$; D, $\times 320$; E, 径切面, 示径壁纹孔, $\times 320$; F, 弦切面, 示射线分布与高度, $\times 320$

植物志 辽西晚白垩纪型木 *Protosciadopityoxylon liaoxiense* Zhang et Zheng



A. 横切面，示生长轮及管胞形态， $\times 40$ ；B. 弦切面，示木射线的分布及高度， $\times 40$ ；C. 弦切面，示管胞壁上的螺旋纹孔及螺旋状裂隙或腔， $\times 350$ ；D. 径切面，示管胞纹孔及孔口， $\times 175$ ；E. 径切面，示交叉场纹孔为窗格型， $\times 350$

Protosciadopityoxylon 属名之下

产层属体：辽宁北票台吉堡组；下侏罗统北票组

原始落羽杉型木属 *Prototaxodioxylen* Vogellehner 1968

模式种：*Prototaxodioxylen romanense* Philippe, 1994

特征：管胞纹孔具缘孔或V形或原始松式。交叉场纹孔柏木型或者落羽杉型。木射线细胞的水管胞型少见。木射线细胞有时存在。树脂道在正常木材中缺乏。

材料与产地：中国—内蒙古，新疆—北票、北碚、北湖、东亚，澳大利亚

罗曼原始落羽杉型木 *Prototaxodioxylon romanense* Philippe, 1994 (图版5-30)

1994 *Prototaxodioxylon romanense*, Philippe, 70页, 图3A—F

1995 *Prototaxodioxylon romanense*, Philippe, 73页, 图版10, 图1—4; 图版11, 图1—4; 插图6

2004 *Prototaxodioxylon romanense*, Philippe, 郑少林(见: 王五力等, 2004), 59页, 图版15, 图1—4; 图版16, 图1—4

特征: 横切面生长轮清楚。径切面管胞径壁具缘纹孔为古松式, 1~2列。当单列时, 可以为分离的圆形, 也可以互相接触微微压扁; 当双列时, 互生或对生, 有时互相紧挤, 形成局部多角形。在交叉场中, 射线的水平壁和端壁无孔; 交叉场纹孔杉木型或柏木型, 每场1~4个, 多数为2列。在弦切面上, 管胞不规则, 经常出现分支或拐弯; 弦向管胞壁偶然出现小具缘纹孔1~2列。木射线多为单列, 1~16个细胞高, 多数3~8个; 经常出现局部双列, 射线细胞大小不一, 并偶见胞间隙。轴向木薄壁组较丰富, 有时分散, 有时连续成短纵向行, 细胞的弦壁和径壁时具孔, 有的简单, 少数具缘, 大小不等。

产地与层位: 辽宁北票巴图营子; 上侏罗统土城子阶。

苏格兰木属 *Genus Scotoxylon* Vogellehner, 1968

模式种: *Scotoxylon hornei* (Seward et Broongniart 1913) Vogellehner 1968

属征: 保存有髓、初生木质部、次生木质部构造。髓有点宽阔, 薄壁有组织, 具有或多或少同质细胞构造, 无硬壁组织。原生木质部内始式, 木质部为离心生长, 次生木质部的构造类型为 *Protojuniperoxylon* 式。

时代与分布: 侏罗纪; 西欧, 中国北京。

延庆苏格兰木 *Scotoxylon yanqingense* Zhang et Zheng (图版5-31, 5-32)

2000 *Scotoxylon yanqingense* Zhang et Zheng, 张武, 郑少林, 丁秋红, 202~205; 图版I, 图1—6; 图版II, 图1—6

特征: 次生木质部带有髓和初生木质部。髓由同质薄壁细胞组成。初生木质部为内始式。次生木材为原始刺柏型木, 生长轮清楚。管胞径壁纹孔式单列, 多数分离而呈圆形或椭圆形, 偶尔成群分布, 接近或紧挤, 但不压扁。木射线单列, 1~7 (~11) 个细胞高, 多数为1~4个细胞, 在弦切面中, 细胞轮廓多为椭圆形, 在横切面和径切面中, 通常呈菱形或纺锤形, 水平及弦向壁偶见冷杉式纹孔。交叉场纹孔柏木型, 小, 每场1~10个。木薄壁组织及树脂道缺乏。

产地及层位: 北京延庆千家店; 上侏罗统土城子组。

金松型木属 *Sciadopityoxylon* (Schmalhausen 1877) em. Jurasky 1928

模式种: *Sciadopityoxylon westteini* Jurasky 1928

属征: 径向管胞具缘纹孔较大, 具缘纹孔圆形, 分离。交叉场纹孔杉木型, 较大, 多数仅1个, 且为倾斜的椭圆形。射线细胞壁平滑, 木薄壁细胞存在或缺失。树脂道缺失。

时代与分布: 侏罗纪至白垩纪, 德国第三纪; 东亚和南亚。

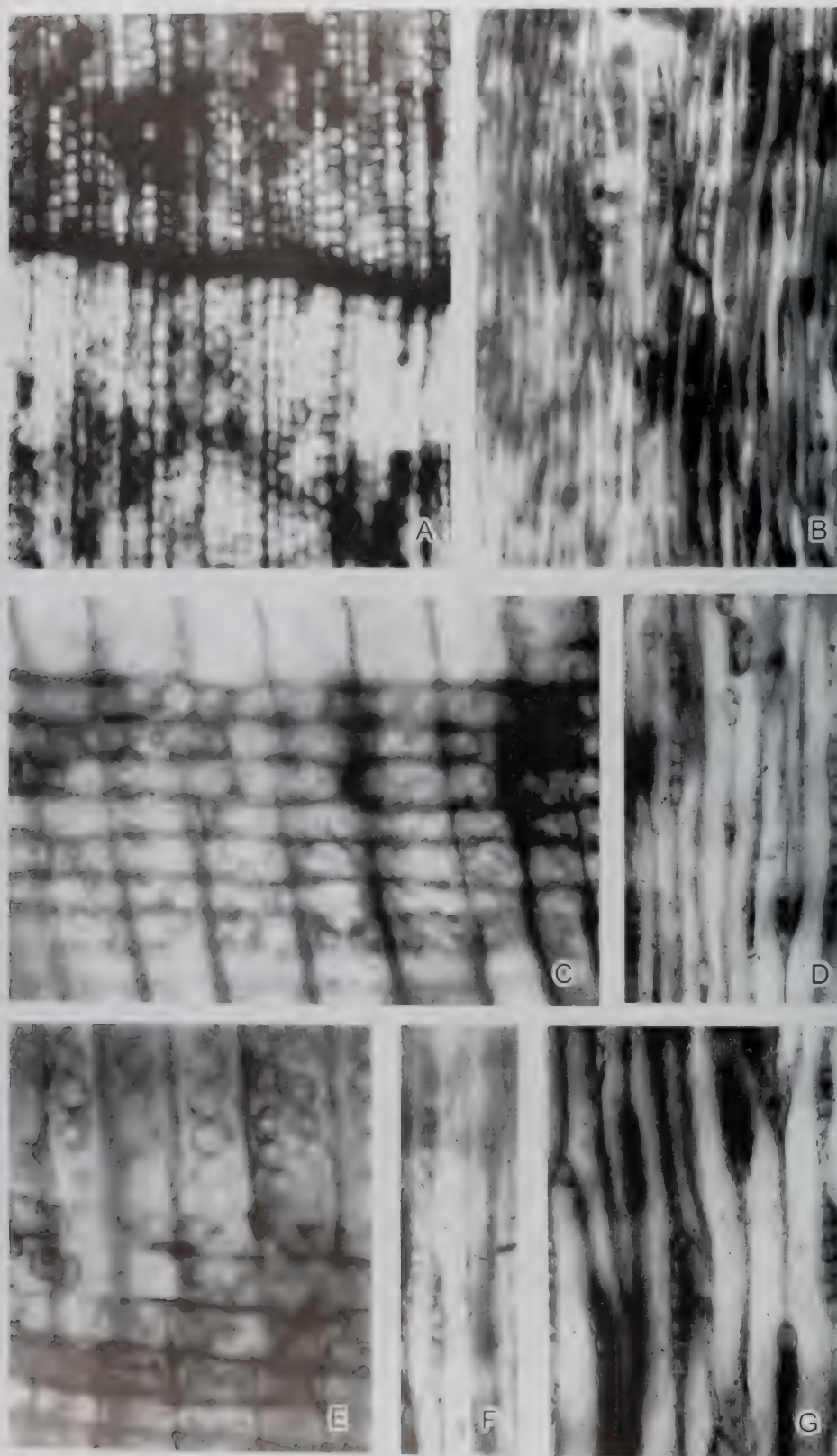
黑州金松型木 *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng (图版5-33)

1935-1936 *Phyllocladoxylon hizyoense* Shimakura, 281页, 图版16, 图4—6; 图版17, 图1—3, 插图5(?)

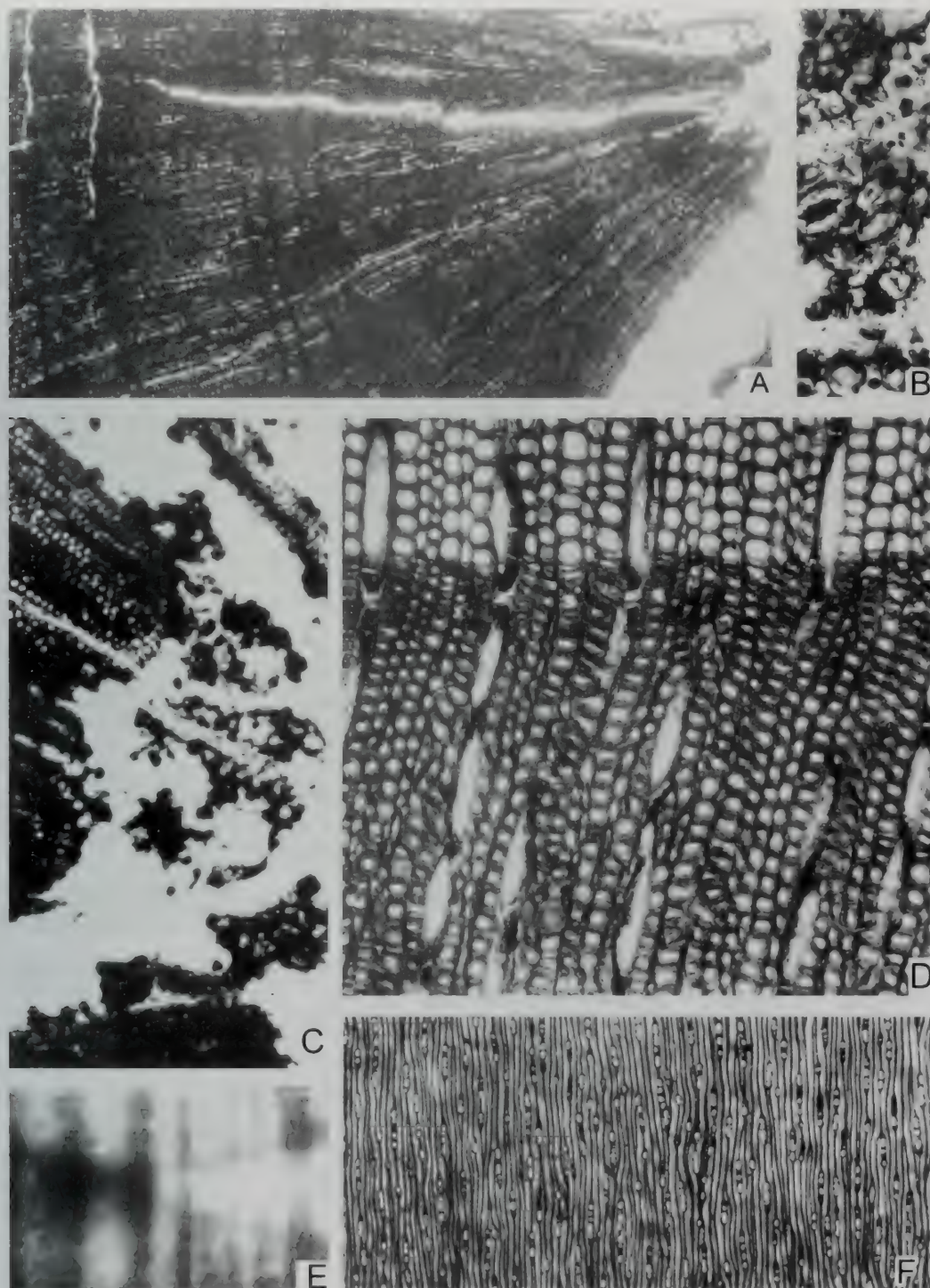
2000 *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura), 张武, 郑少林, 丁秋红, 93~94页, 图版3, 图5—7

特征: 生长轮清楚, 管胞径壁具缘纹孔式为冷杉式; 单列, 分离, 圆形, 偶见双列, 多数对生, 纹孔较小, 仅占管胞整个宽度的 1/2~1/3; 射线单列, 偶见以 1~2 个细胞构成局部双列, 1~6 个细胞高; 胞间隙明显; 交叉场纹孔式为横展的窗格型与亚杉木型混合类型。木薄壁组织偶见。

产地及层位: 辽宁凌源南营子龙凤沟煤矿; 下侏罗统北票组。



图版 100 单列木属 *Prototaxodioxylon romanense* Philippe, 1994
A, 横切面, 示管胞木薄壁组织及射线形态, $\times 35$; B, 弦切面, 示管胞木薄壁组织及射线形态, $\times 75$; C, E, 径切面, 示管胞木薄壁组织及射线形态, C, $\times 175$; E, $\times 350$; D, 弦切面, 示单列木射线细胞及管胞形态, $\times 150$; F, 径切面, 示单列木射线细胞及不规则的管胞形态, $\times 150$; G, 径切面, 示单列木射线细胞及不规则的管胞形态, $\times 150$

图版5-31 延庆苏格兰木 *Scotoxylon yanqingense* Zhang et Zheng

A. 横切面, 示次生木材的生长轮及假轮, $\times 40$; B. 横切面, 示髓部的同质薄壁细胞及部分细胞内暗色树脂充填物, $\times 175$; C. 横切面, 示初生木质部及髓细胞, $\times 68$; D. 横切面, 示生长轮、早材和晚材管胞轮廓及木射线形态, $\times 200$; E. 径切面, 示交叉场纹孔, $\times 700$; F. 弦切面, 示单列木射线的高度变化, $\times 40$

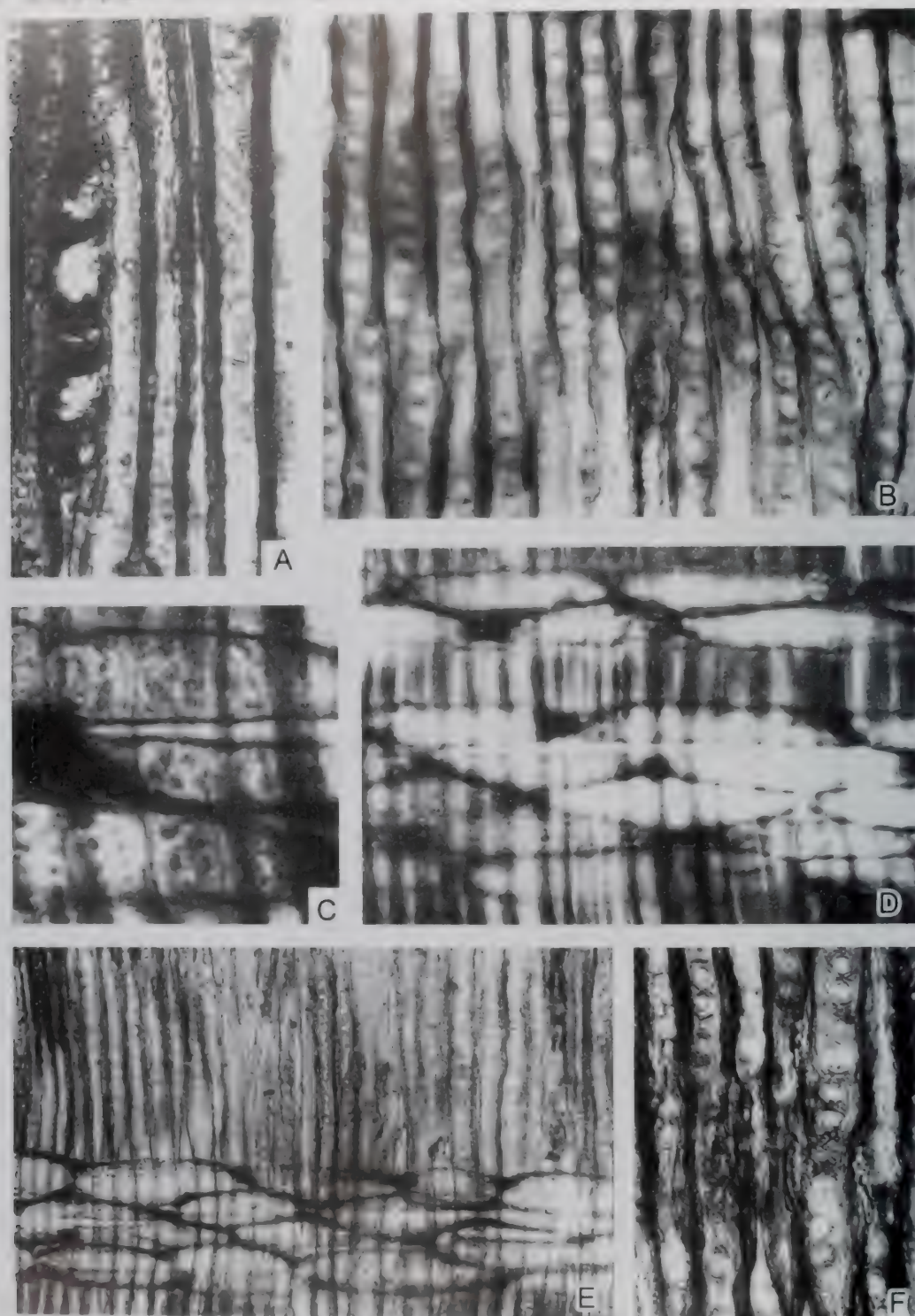
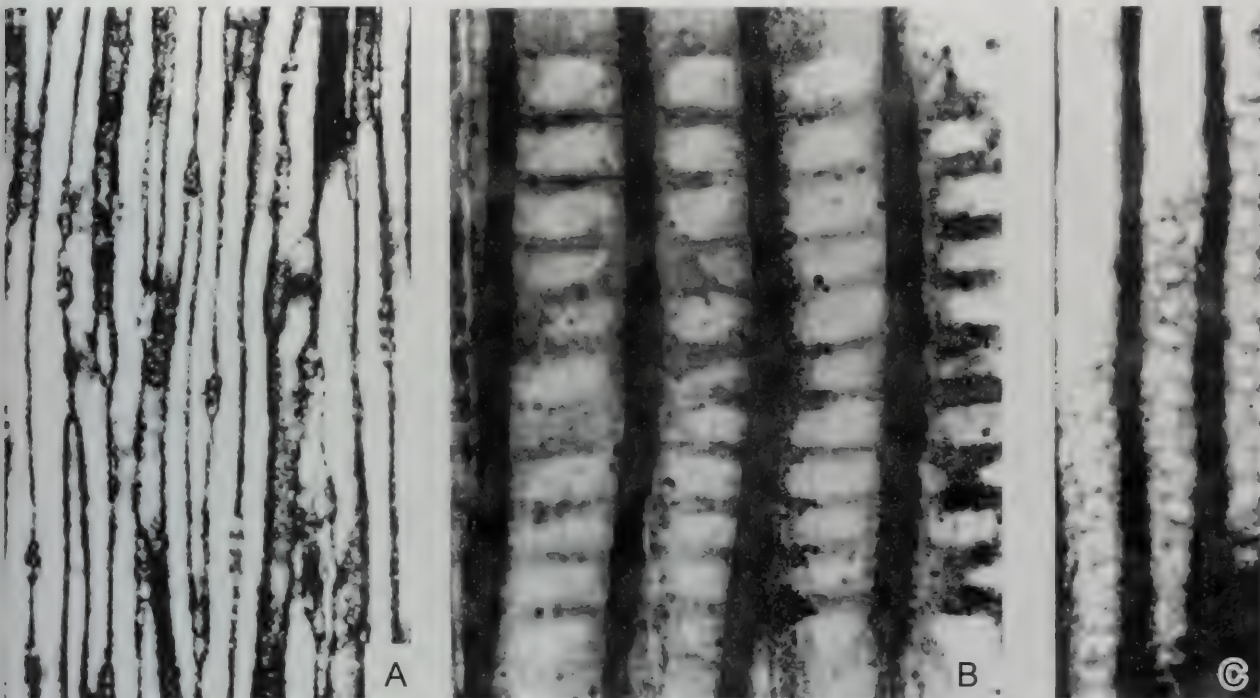


图 1 油杉木科三木 *Scotoxylon vanqingense* Zhang et Zheng 的木材解剖图。A, 横切面, 示木射线细胞形态及弦向管胞壁上的具缘纹孔, $\times 350$; B, F, 径切面, 示管胞径壁纹孔式, $\times 350$; C, 横切面, 示交叉场纹孔式, $\times 700$; D, 径切面, 交叉场木射线细胞形态、交叉场纹孔和细胞两端暗色树脂沉积物, $\times 350$; E, 横切面, 示交叉场木射线细胞形态及纹孔的斜列方式, $\times 200$

图版5-33 黑州金松型木 *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng

A, 弦切面, 示木射线的分布及低矮的高度, $\times 68$; B, 径切面, 示交叉场窗格型及亚杉木型混合的纹孔式, $\times 350$; C, 径切面, 示管胞壁上的冷杉型纹孔式, $\times 175$ 。

异木属 Genus *Xenoxylon* Gothan 1905

模式种: *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan 1905

属征: 管胞径向壁纹孔1~2列, 大部分纹孔紧挤的宽度明显大于高度, 很少卵圆形的。交叉场一个大的、宽的椭圆形的纹孔(窗格状的), 很少两个, 射线细胞所有的壁无纹孔。木薄壁细胞有时存在。不存在树脂道。

时代与分布: 三叠纪至早白垩世; 欧洲, 东亚, 北极, 北美。

康启尔异木 *Xenoxylon conchyliaum* Fliche (图版 5-34)

1995 *Xenoxylon conchyliaum* Fliche, Wang, p.110 (figs.1, 2), p.111 (figs.1, 2) (in Li C.S. and Cui J.Z. 1995)

特征: 生长轮清楚, 管胞有具缘纹孔。交叉场具有一个椭圆形的具缘纹孔, 射线单列, 5~10个细胞高度。

产地与层位: 河北; 中侏罗统(产地和层位无详细记载)

椭圆异木 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel 1960 (图版 5-35)

1991 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 王士俊, 810页, 图版1, 图1-9

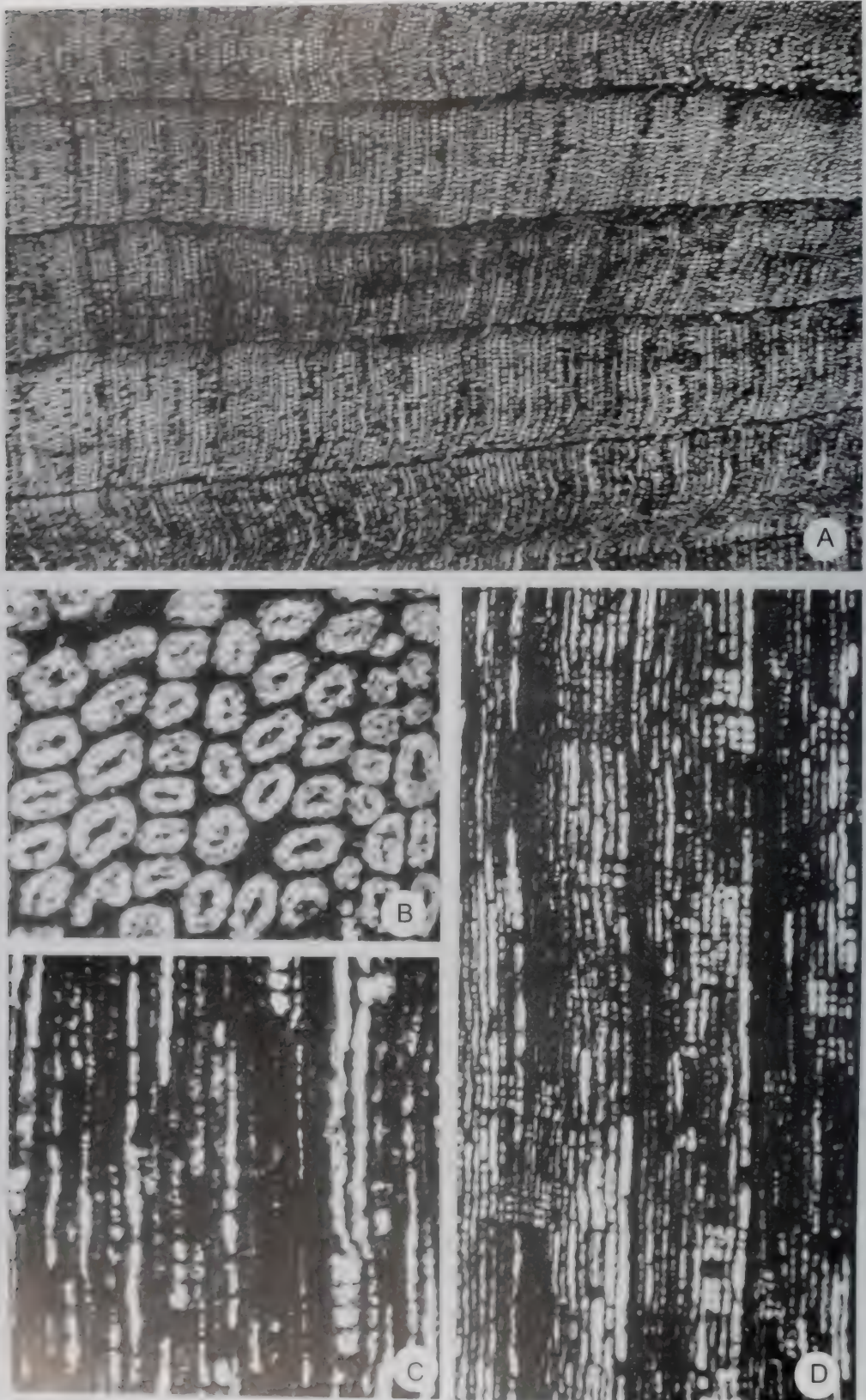
2000 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 丁秋红, 郑少林, 张武, 240页

2001 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel, 郑少林, 张武, 丁秋红, 75页, 图版III, 图1-10, 插图5

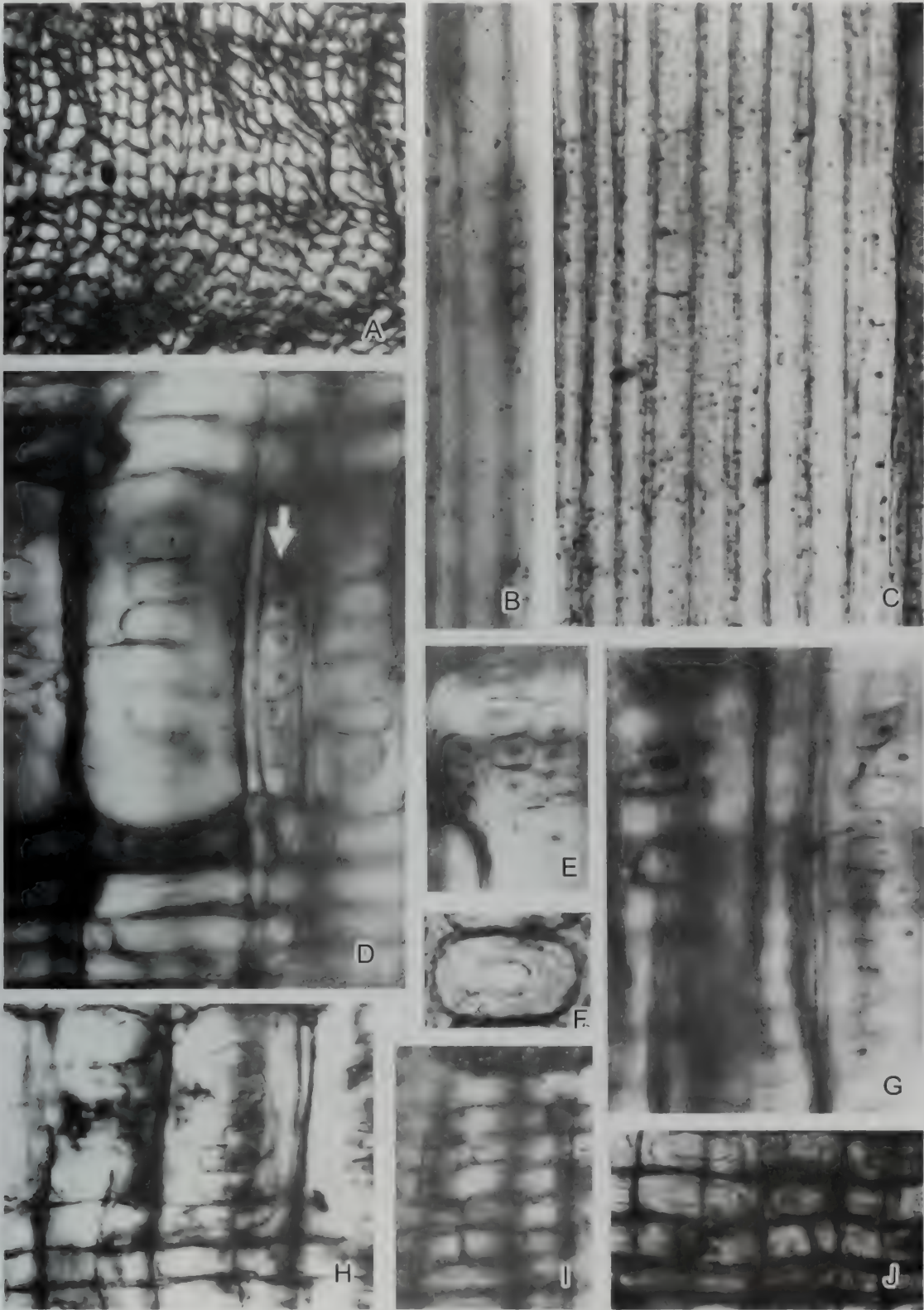
特征: 生长轮存在。管胞径壁纹孔单列, 偶尔局部双列, 横椭圆形; 木射线单列, 罕见局部双列, 1~52个细胞高, 水平及弦向壁无孔; 交叉场纹孔1个, 偶尔两个, 简单、形大, 几乎占满整个交叉场, 横向伸长的椭圆形, 具圆角的斜方形, 少数为卵圆形。木薄壁组织缺乏, 但常见有径列条。树脂道不存在。

产地与层位: 辽宁北票三宝营刘家沟; 上侏罗统土城子组

图版 334 崖豆树科 *Xenoxylon conchyliforme* Fliche (引自 Li and Cui, 1995)

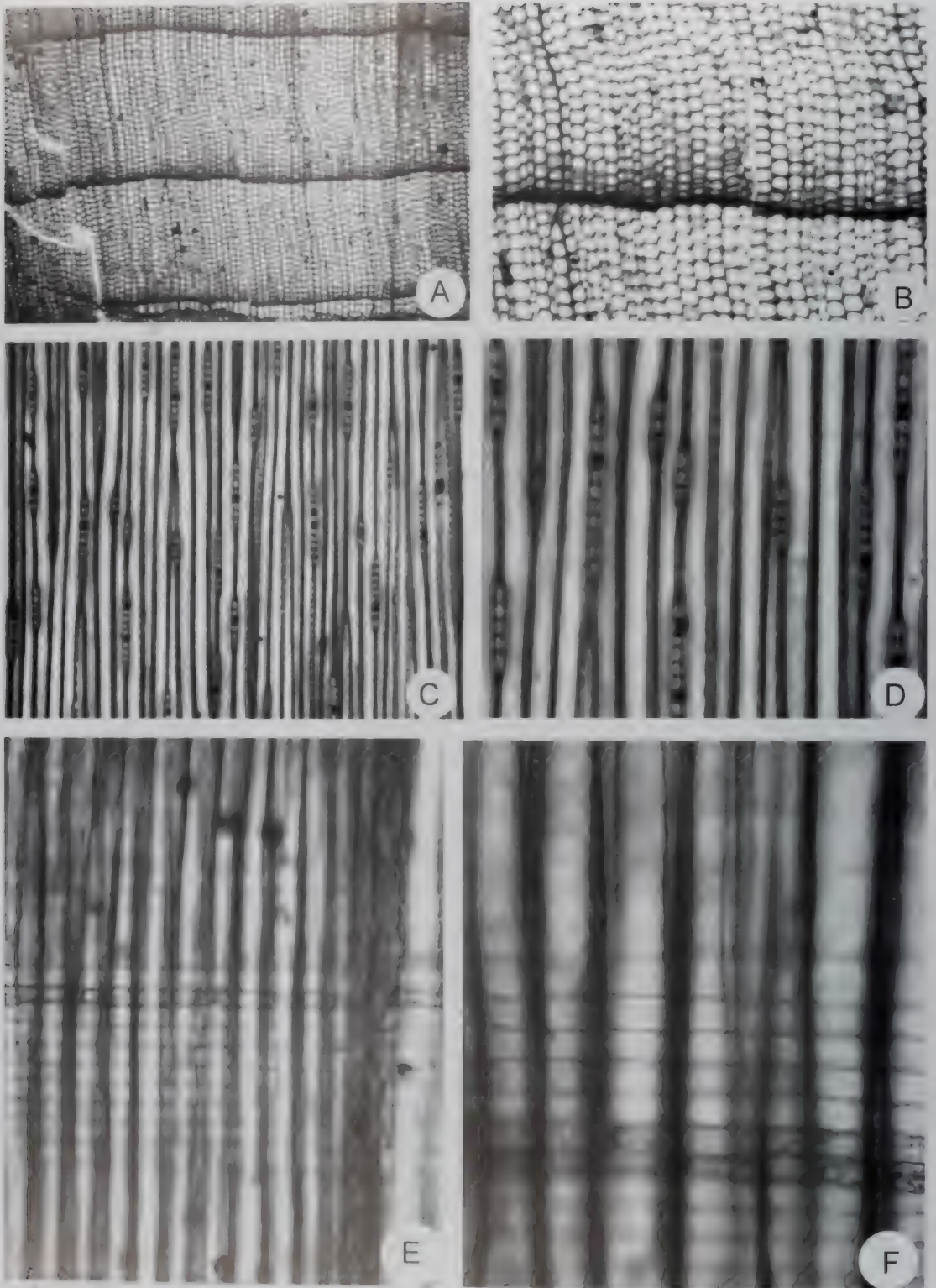


图版 334 崖豆树科 *Xenoxylon conchyliforme* Fliche (引自 Li and Cui, 1995)
A. 横切面，生长轮清晰可见，×16；B. 径向切面，管胞形态，×156；C. 弦切面，示单列射线，5~10
层细胞组成；D. 径向切面，射线形态，×32。

图版5-35 椭圆异木 *Xenoxylon ellipticum* Schultze-Motel

A, 横切面, 示生长轮及被压扭曲的管胞横截面形态, $\times 68$; B, 弦切面, 示单列木射线, $\times 175$; C, 弦切面, 示较高的木射线, $\times 68$; D, 径切面, 示管胞径壁纹孔, 箭头所指为晚材径壁纹孔, $\times 350$; E, 径切面, 示二列互生纹孔, $\times 350$; F, 径切面, 示径壁管胞具缘纹孔孔口的形态, $\times 700$; G, 径切面, 示局部二列互生纹孔, $\times 350$; H-J, 径切面, 示交叉场纹孔的各种形态, 均 $\times 350$

图版 5-36 西藏异木 *Xenosylon hopciense* Chang

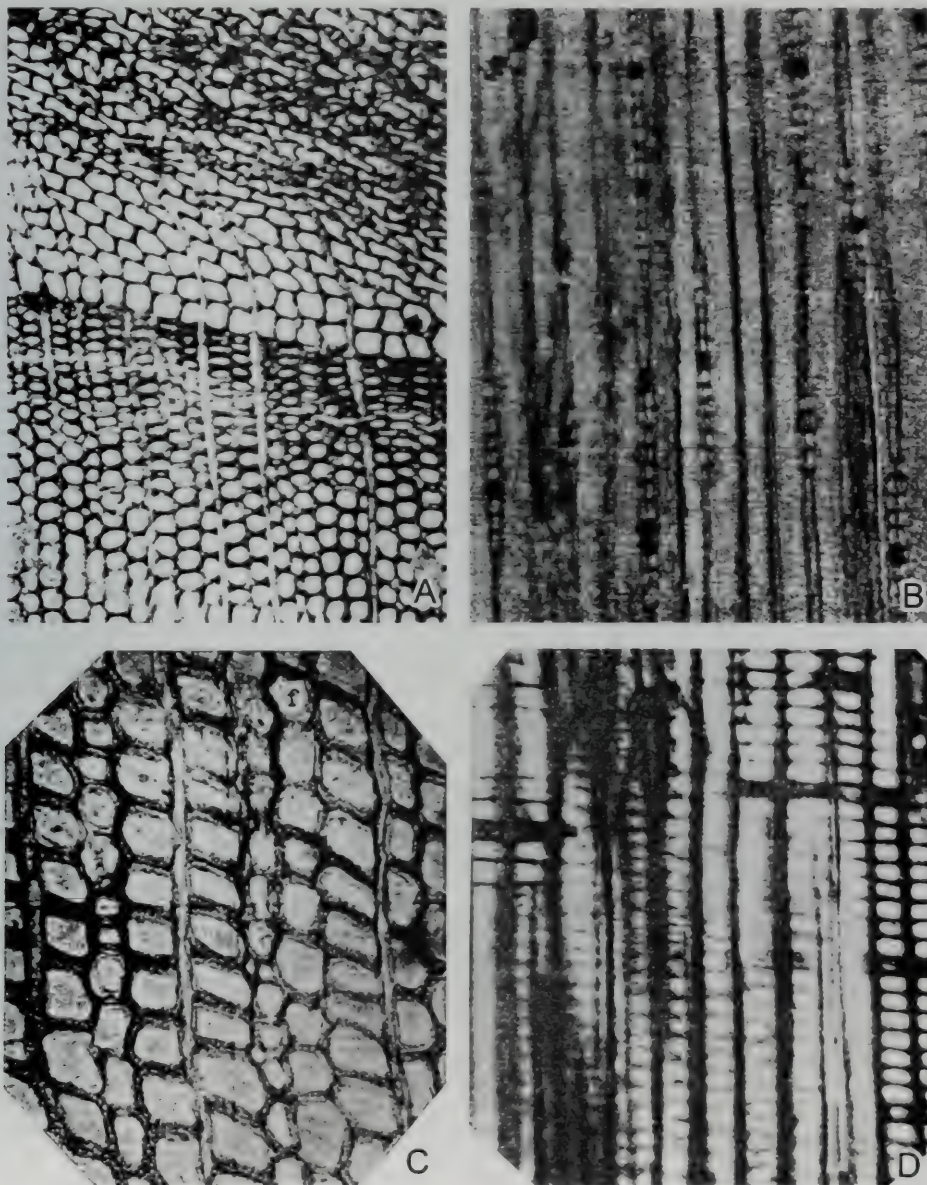


A. 横切面，示管胞形态变化， $\times 160$ ；B. 横切面，示单列木射线及高度变化， $\times 320$ ；C. 径切面，示径壁及交叉场， $\times 320$ ；D. 径切面，示交叉场， $\times 320$ ；E. 径切面，示交叉场， $\times 320$ ；F. 径切面，示交叉场， $\times 320$ 。

河北异木 *Xenoxylon hopeiense* Chang 1929 (图版5-36, 5-37)1929 *Xenoxylon hopeiense*, Chang, p.250, Plate I, figs. 1-4; Text-figs. 1-71963 *Xenoxylon hopeiense* Chang, 斯行键, 李星学等, 343页, 图版116, 图1-4; 插图691965 *Xenoxylon hopeiense* Chang, Vogellehner, p.441968 *Xenoxylon hopeiense* Chang, Vogellehner, p.1462000 *Xenoxylon hopeiense* Chang, 丁秋红, 郑少林, 张武, 240页

特征：生长轮明显；管胞径壁具缘纹孔圆形或扁圆形，彼此分离，多数单列，双列时纹孔对生或互生。眉条存在。木薄壁组织丰富。射线单列，高1~65个细胞，通常高10~20个细胞。交叉场纹孔窗格型，1个，偶而2个。

产地与层位：河北涿鹿夏家沟，上侏罗统；辽宁北票，下侏罗统北票组；辽宁北票长皋、朝阳任家

图版5-37 河北异木 *Xenoxylon hopeiense* Chang (引自Chang C.Y., 1929)

A, 横切面, 示生长轮及管胞形态, $\times 70$; B, 弦切面, 示单列木射线及高度变化, $\times 90$; C, 横切面, 示射线管胞, $\times 170$; D, 径切面, 示具缘纹孔, 射线纹孔, $\times 120$ (地产: 河北涿鹿夏家沟)

宽孔异木 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan (图版 5-38, 5-39)

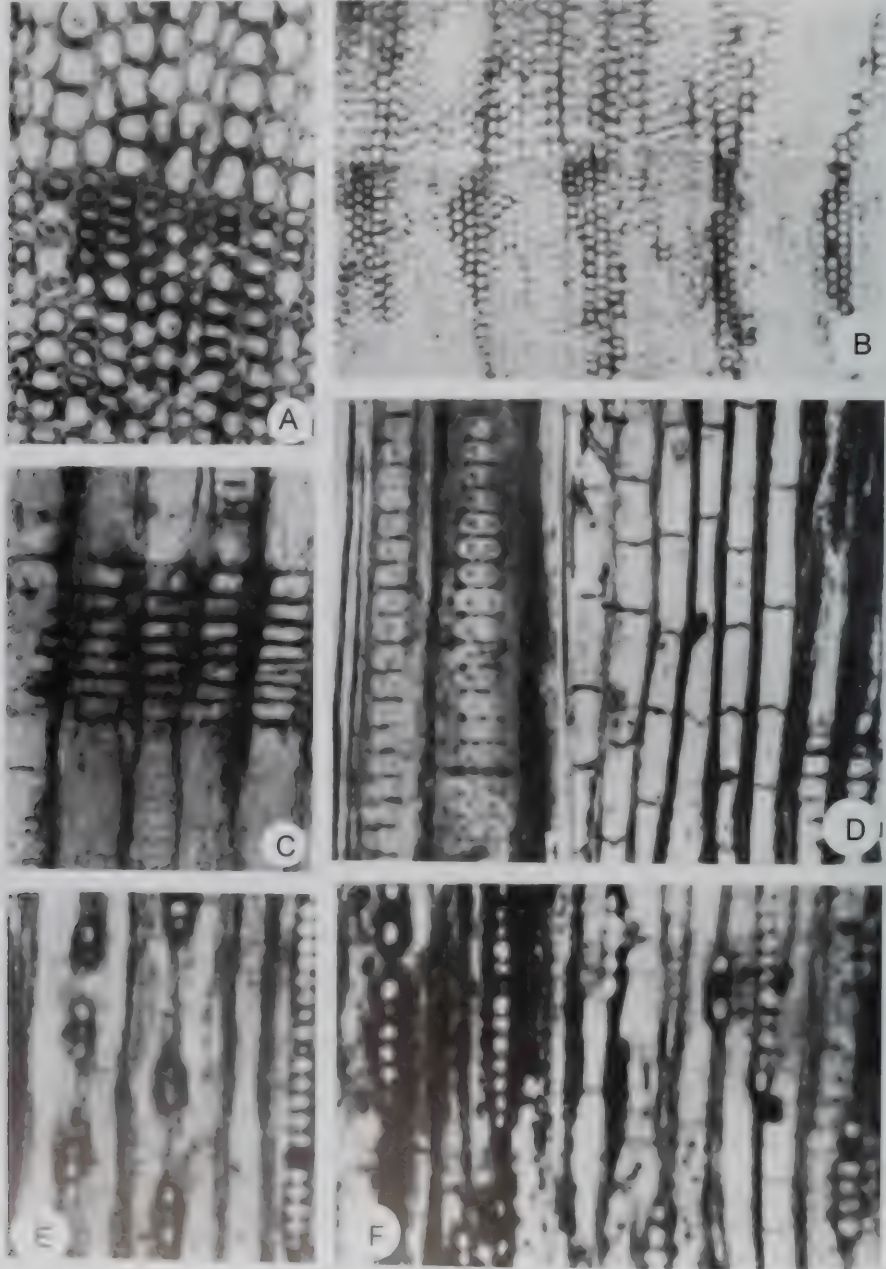
1933 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, Gothan and Sze, 91页, 图版14, 图1-13

1951 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 斯行健, 444~447页, Plate I, figs.1-3; plate 2, figs.2, 3; text-figure 1, A-C

1963 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 斯行健, 李星学等, 341页, 图版114, 图5-7; 图版115, 图1-7; 插图68

1982 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 杜乃正, 383页, 图版I, 图1-6

图版5-38 宽孔异木 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan (引自杜乃正, 1982)



A, 横切面, 示径向排列的管胞, $\times 90$; B, 径切面, 示生长轮, $\times 30$; C, 径切面, 示窗格型交叉场纹孔, $\times 1100$; D, 横切面, 示大型管胞(左)及小型管胞(右), 左部分, $\times 360$; 右部分, $\times 180$; E, 弦切面, 示管胞壁加厚, $\times 1100$; F, 弦切面, 示管胞壁加厚及管胞腔壁, $\times 180$

1986 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 段淑英, 333页, 图版1, 图1-4; 图版2, 图1-5

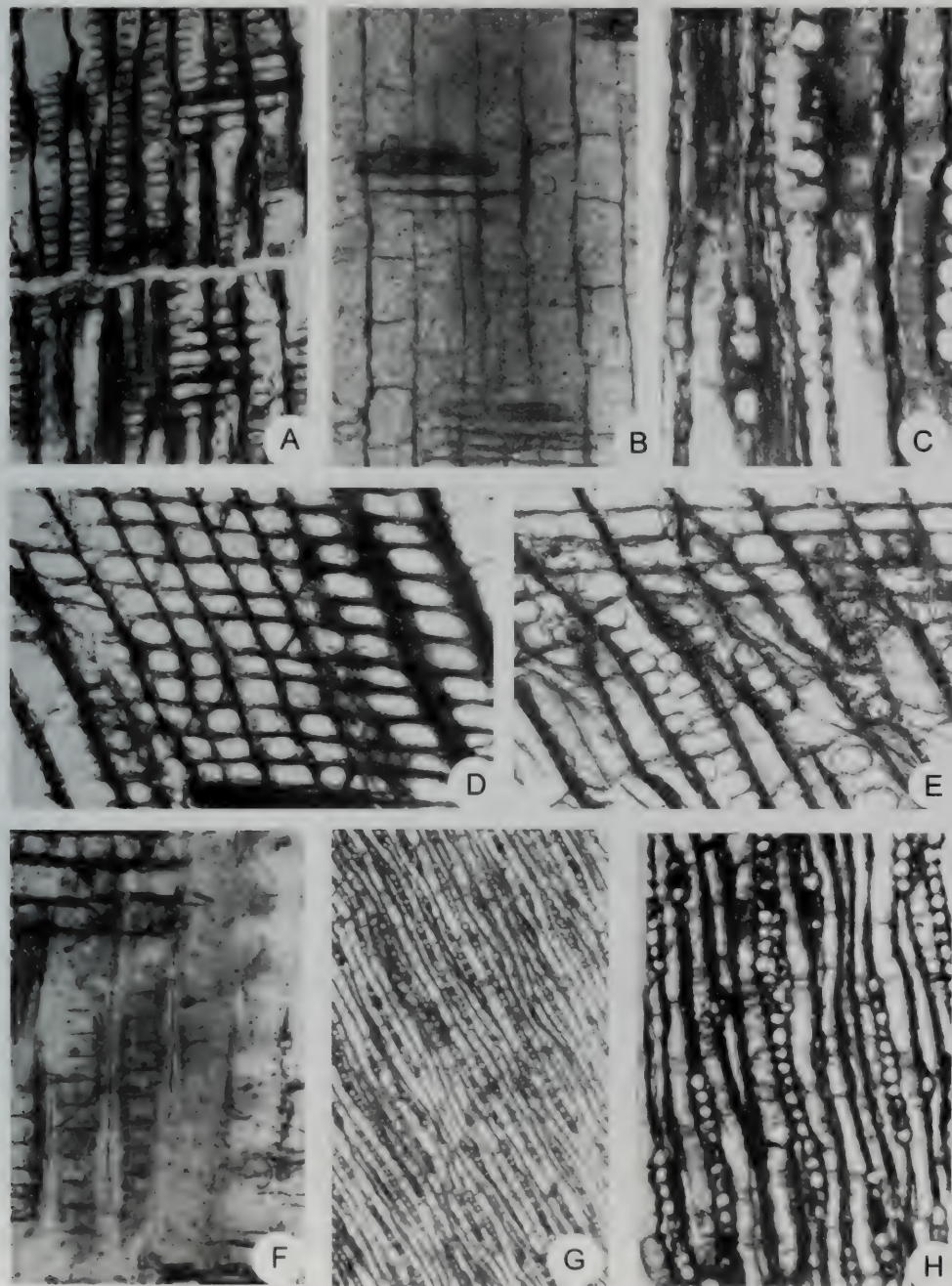
2000 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 王永栋等, 180页, 图版III, 图1-6

2000 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 丁秋红等, 240页

2004 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan, 郑少林 (见: 王五力等, 2004), 60页, 图版19, 图1-4

特征: 生长轮明显, 从早材到晚材管胞壁渐变。早材管胞横截面方—长方形, 具圆角。径壁具缘纹孔1列, 横向椭圆形, 彼此相接, 排列紧密。孔口圆到斜向椭圆形。晚材横切面扁矩形, 腔窄, 裂隙形。管胞弦壁纹孔未见, 径和弦壁上可见明显的横隔。木射线单列, 高1~25层细胞, 常2~16层。其内一般

图版5-39 宽孔异木 *Xenonxylon latiporosum* (Gramer) Gothan (引自段淑英, 1986)



A, 径切面, 示单列纹孔及交叉场, $\times 100$; B, 径切面, 示管胞之横隔壁, $\times 100$; C, 弦切面, 示射线, $\times 100$; D, E, 径切面, 交叉场及大的“蛋孔”及双列互生纹孔。 $\times 100$ (产地: 北京延庆)

心材色较浅，横壁薄而平滑，端壁常斜向。无节状加厚，无射线管胞。交叉场纹孔窗格型，通常1个。

产地与层位：辽宁北票，北京延庆千家店，黑龙江嘉荫白山头、新疆奇台；下侏罗统北票组，中侏罗统髫髻山组，上侏罗统土城子阶、宁远村组、石树沟群。

裴德异木 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang (图版5-40)

1982 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang, 郑少林, 张武, 332页, 图版31, 图1-10

2000 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang, 丁秋红, 郑少林, 张武, 240页

特征：生长轮清晰，晚材带宽仅1~2个细胞，早材带的宽度变化较大，管胞横切面为正方形，长方形，五角形或圆形至椭圆形等。管胞径向壁上有横向伸长的（压扁的）、椭圆形的单行具缘纹孔，排列紧挤，约占管胞总厚的1/2，孔口为圆形，偶为椭圆形。管胞径向壁及弦向壁均具较多的横隔壁及网纹加厚。射线细胞单列，3~25个细胞高，多数为8~16个细胞。交叉场射线细胞横壁平直，交叉区有大型的蛋形窗孔，多数仅为一个，偶尔为2个或3个。管胞纹孔之间有时可见彼此相连的“通道”。无正常树脂道，但有时个别射线细胞里充填棕色（树脂？）物质。

产地及层位：辽宁喀左杨树沟下侏罗统北票组；辽宁铁岭中侏罗统英树沟组；黑龙江密山裴德，晚侏罗统东胜村组。

5.4.4 分类位置不明的木化石

萨尼木属 *Sahnioxylon* Bose et Sah 1954

模式种：*Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah, 1954

属征：密木、同质木材圆筒；次生木质部由管胞和木射线组成，具有明显的生长轮；髓异质，硬壁组织集分散于薄壁组织细胞的基本组织中；初生木质部内始式，管胞具螺旋加厚。径向管胞壁纹孔式为梯纹纹孔逐渐向单至多列具缘纹孔过渡。弦向管胞壁具圆形分散的具缘或简单纹孔。木射线以单列为主，偶见局部双列或仅以少数细胞组成的3列。射线细胞的径向水平和端壁具明显的冷杉式壁孔，弦向壁带有具缘或简单纹孔。在径切面中，常常出现薄壁组织的巨大细胞及射线之间的联合细胞。交叉场纹孔圆形或椭圆形，具缘，每场1~12。

讨论：*Sahnioxylon* (萨尼木属)是中生代的一个木化石形态属，其系统学属性是否属于苏铁类以及被子植物一直存在争议。郑少林等(2005)新近根据辽西中侏罗世的化石材料研究指出，萨尼木属既不是本内苏铁类，也不是真正的被子植物木材，它最为可能是晚古生代一种特殊木材—贵州木(*Guizhouxylon*)经过晚三叠世的*Paradoxoxylon*向现存无导管的被子植物演化的一个中间环节，为一种无导管的被子植物先驱类型。

时代与分布：南极洲、印度、中国、欧洲；三叠纪—晚白垩世。在中国发现于辽西中侏罗统。

拉杰马哈尔萨尼木 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah (图版5-41~5-43)

1932 *Homoxylon rajmahalense* Sahni, 1932, 1~7页, 图版1, 2; 插图1-12。

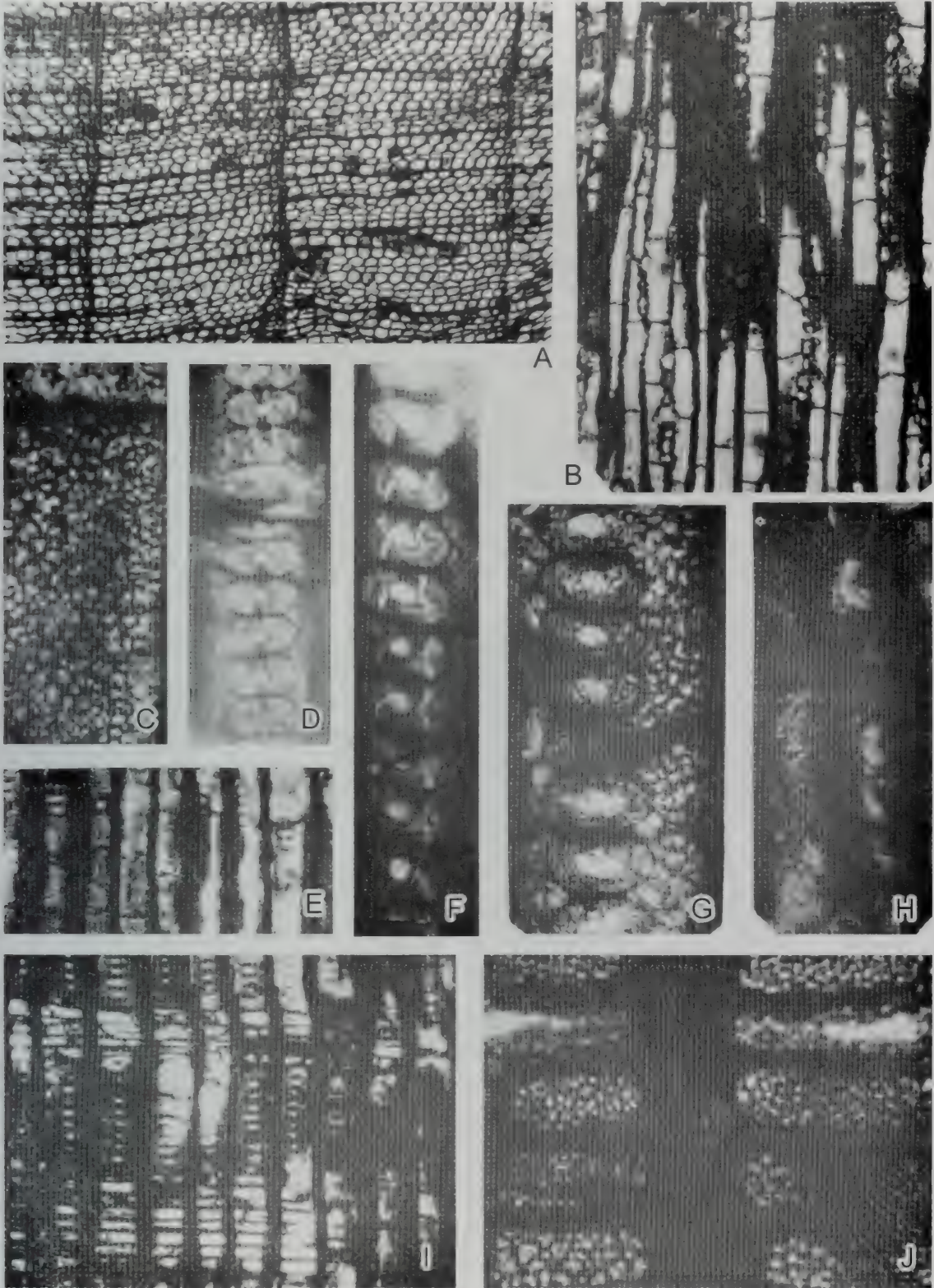
1952 *Homoxylon rajmahalense* Sahni, Hsü et Bose, 1~12页, 图版1-3; 插图1-18。

1954 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah, 1~4页, 图版1, 插图1-7。

1999 *Sahnioxylon* sp., Philippe et al., 513-519页, 图2, A-D

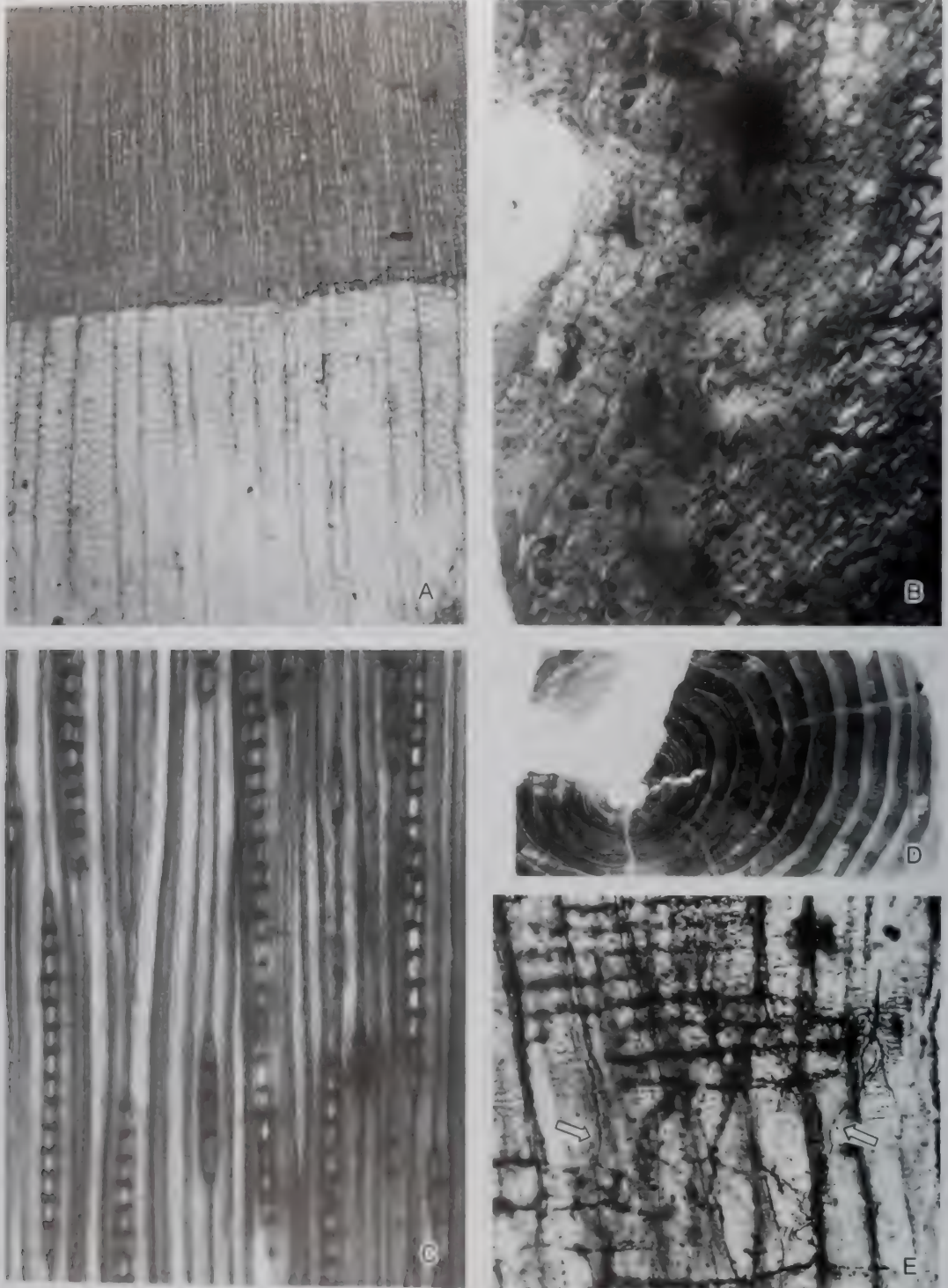
2005 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahn Bose et Sah), 郑少林等, 212~213页图版I, 图A-G; 图版II, 图-D

描述：髓部、髓室、髓条均无。初生木质部，生长轮相当明显且界线清楚，宽度较为均一，早、晚材之间的界线清晰可见。木材横切面的髓较小，大部分的髓组织已被腐烂，脱落后只剩下一个空腔。但在髓的边部有髓管存在。射线，可见在木射线排列的薄壁组织细胞中有散生的硬壁组织细胞或细胞群。初生木质部存在管胞，木射线细胞单列，1~2层为1，见到局部3列，多数2~18个细胞高度，大部射线细胞为纵向排列。交叉场纹孔窗格型，具缘，梯纹纹孔逐渐过渡为多列的具孔纹孔。梯纹纹孔可占壁宽的2/3~1/3，具缘，

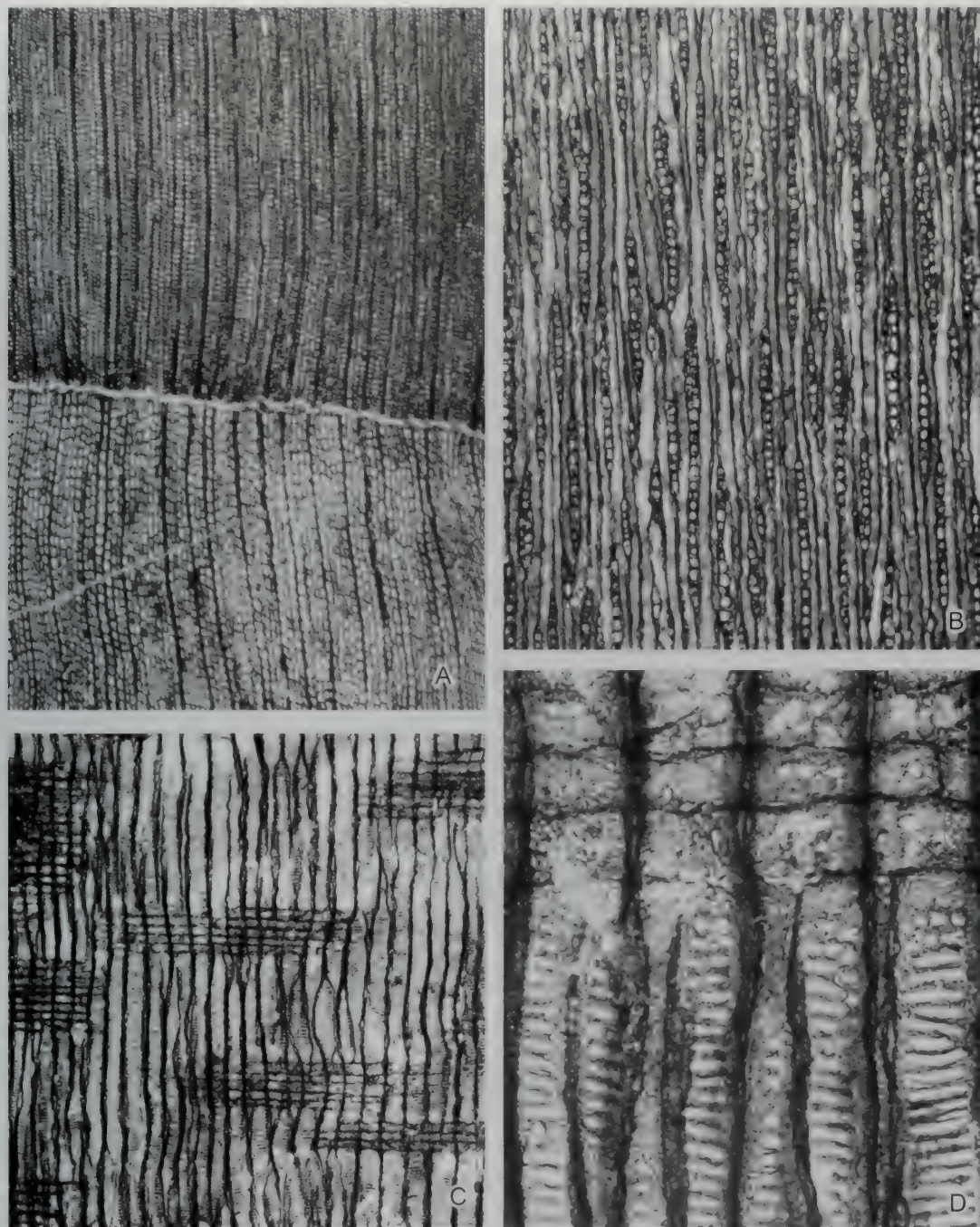
图版5-40 裴德异木 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang

A, 横切面, 示生长轮, $\times 40$; B, 弦切面, 示射线及管胞中十分发育的横隔壁, $\times 120$; C, 径切面, 示管胞壁上的网纹加厚, $\times 650$; D-F, 径切面, 示管胞纹孔口之间的内联系道, $\times 630$; G, 径切面, 示管胞壁上纹孔表面的网纹加厚, $\times 630$; H, 弦切面, 示射线及管胞中十分发育的横隔壁, $\times 400$; I, 径切面, 示交叉场, $\times 100$; J, 径切面, 示交叉场纹孔表面的网纹加厚, $\times 630$ (产地: 黑龙江密山裴德)

图版541 藏木哈竹苏尼木 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah



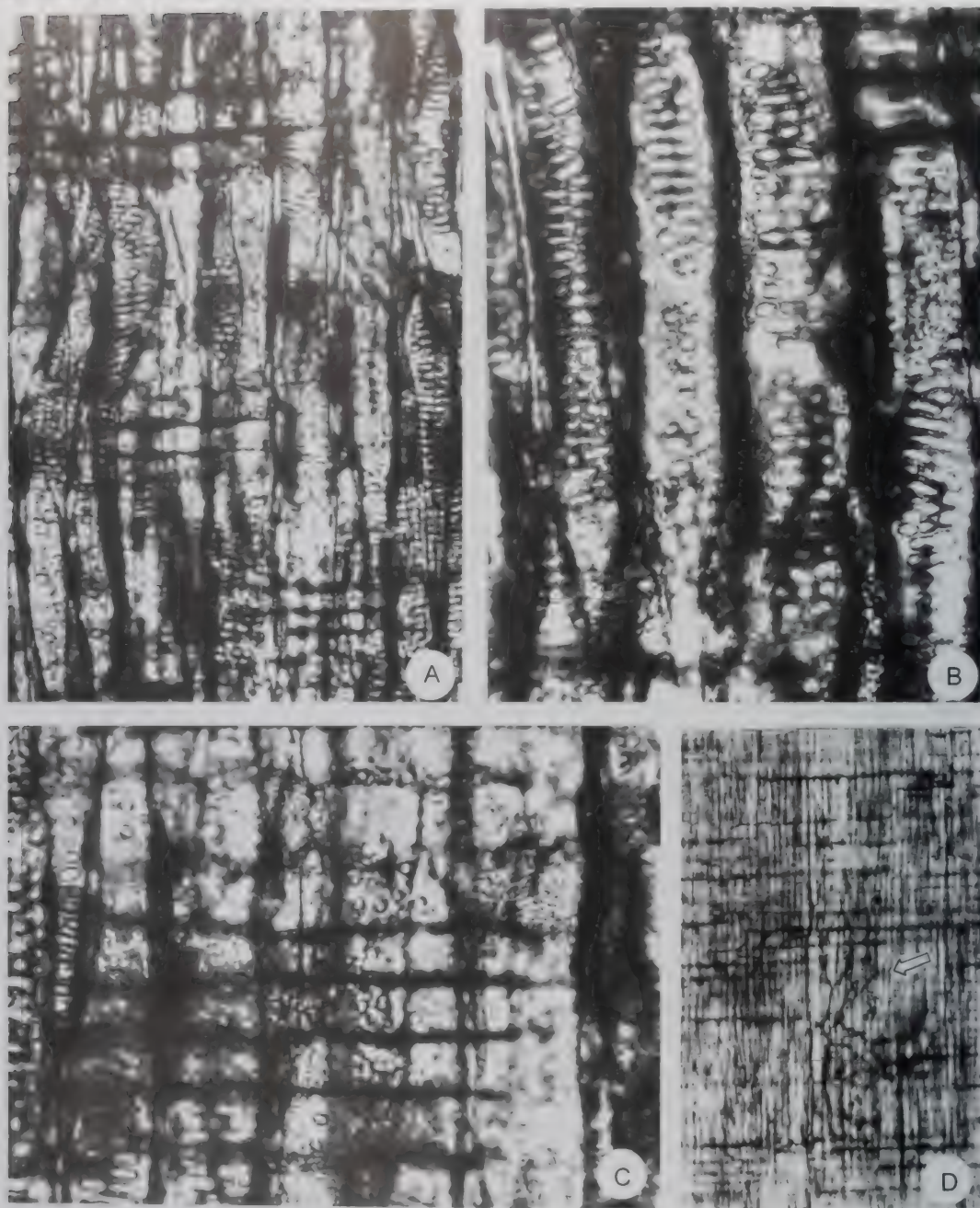
A, 纵切面, 示次生木质部的早材与晚材之间的明显界线, $\times 35$; B, 横切面, 示异质的髓细胞和因受挤压而破裂的射线 (P间的暗色带), 及次生木质部管胞, $\times 175$; C, 弦切面, 示单列射线及高度变化, $\times 175$; D, 纵切面, 为木材圆筒, 示12个以上生长轮, 中间的空洞是髓腐烂后留下的空间, $\times 35$; E, 径切面, 示射线细胞及射线之间的联合细胞 (箭头所指), 射线细胞的水平壁和端壁具孔, $\times 175$

图版5-42 拉杰马哈尔萨尼木 *Sahnioxylon rajmahalense* (Sahni) Bose et Sah

A, 横切面, 示生长轮: 很宽的、具加厚的晚材带圆形—椭圆形管胞和不具加厚的早材带中的长方形为主的管胞, $\times 35$; B, 弦切面, 示1~2列射线细胞, $\times 75$; C-D, 径切面, 示径壁梯纹纹孔和交叉场纹孔, C, $\times 75$, D, $\times 350$ 。

横向椭圆形至圆形, 一般都具有一个较为宽阔孔口, 射线细胞水平壁具冷杉式壁孔, 端壁垂直或倾斜, 具有明显的节状加厚。交叉场纹孔1~8个, 最多可达12个, 圆形或椭圆形。一般多为具缘的, 但有一些较小的纹孔, 可能为保存不完整的具缘纹孔。

产地与层位: 辽宁北票长皋喇嘛营, 北票巴图营子乡油房; 中侏罗统髫髻山组



A-C, 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔, 均 $\times 350$; D, 径切面, 示径向射线细胞中的联合细胞 (箭头所指), $\times 35$

第六章 白垩纪木化石*

(杨小菊、李勇、王永栋)

6.1 中国白垩纪木化石的地质与地理分布

我国白垩纪除早期在西藏南部、黑龙江东部及新疆西部还残留部分海域外,其余绝大部分地区均为陆地。白垩纪,尤其是早白垩世我国的植被十分繁茂,并保存了相当丰富的植物化石。中国白垩纪木化石的地理分布状况如插图1.3所示,分布于8省市自治区,共计19个化石点。相对于白垩纪植物叶化石群的50余处化石点来说少了许多,其主要原因可能是木材保存为化石的机会比叶保存为化石的机会小,因为植物体(尤其是多年生植物)产生的叶片数量巨大,脱落后可以随风飘荡,落到水体并被掩埋而成为化石的机会要远远大于树干。

自上个世纪30年代开始对东北地区的白垩纪木化石有研究以来,目前报道的木化石主要以东北地区(包括内蒙古自治区东部)为主,而且主要是早白垩世,其它地区发现甚少,属种也不丰富,这可能与东北地区白垩系地层发育较好、研究程度较高有关,也可能是由于在其它地区进行的发掘和研究工作不够所致。中国南方和西部地区,除法国学者报道的西藏拉萨的 *Brachyoxylon* 和 *Protopodocarpoxylon* 等几种裸子植物木化石外(Vozenin-Serra and Pons, 1990),广大南方地区的白垩纪木化石目前只有一例 *Araucarioxylon* 的研究报道(段淑英等, 2002)。近几年在西藏改则、湖南古丈、河南信阳和浙江的龙游等地区又发现了新的白垩纪木化石点。可以预见,随着木化石研究的不断扩展和深入,中国南方的白垩系将有更多的木化石类型被发现。

在中国白垩纪地层中发现的木材化石,无论东西南北,在解剖构造上基本上都显示出有生长轮,由此推测,在白垩纪时期,中国大陆的古气候普遍具有一定的季节性变化。除此之外,在不少木材化石中,如辽西地区、浙江新昌等地早白垩世地层发现的木化石横切面中假生长轮频繁出现,而这些地区在早白垩世时期也是火山活动比较频繁的时期,由此反映出当时的古环境气候比较动荡,并对植物的生长造成了一定的影响,或者早白垩世时期这些地区是处于半干旱性气候。

在插图1.3中,中国白垩纪木化石的产地与编号(50-68)详述如下: 50. 黑龙江漠河, 51. 黑龙江嘉荫, 52. 黑龙江勃利, 53. 黑龙江密山, 54. 黑龙江鸡西, 55. 内蒙古自治区鄂温克, 56. 内蒙古自治区霍林河, 57. 内蒙古自治区扎鲁特, 58. 辽宁阜新, 59. 辽宁朝阳, 60. 辽宁义县, 61. 辽宁建昌, 62. 山东即墨, 63. 河南信阳, 64. 浙江新昌, 65. 浙江龙游, 66. 湖南古丈, 67. 西藏拉萨, 68. 西藏改则。

6.2 中国白垩纪木化石的分类特征

白垩纪木化石大都仅保存有次生木质部,连同髓一同保存的较少,因此,属种的建立也主要是依据次生木质部的特征,因此都是器官属。白垩纪的裸子植物虽然多数是已绝灭的植物,但与现代植物之间有着一定的亲缘关系,在木材的解剖构造上与现代木材有着相当大的一致性。第六届国际古植物大会建议木材化石的属名结尾统一为“-xylon”,很多木材的属名由“现代属名”+“xylon”或“Proto”+“现代属名”+“xylon”,表明某某型木材是与现代属不同,但亲缘关系密切、木材构造相似(杨家驹等, 2000)。中国目前已发现的白垩纪木化石根据木材的解剖结构和与现代木材的对比,在系统分类上可归

*国家重点基础研究发展计划项目(2006 CB 701400)和国家自然科学基金项目(40572010, 40472004)部分资助成果

松柏类植物有五大类型，其中松柏类属种占了绝大多数，而其它类型只有少数几种（表6-1）：

表6-1 中国白垩纪木化石属种类型及地质地理分布

属 种	产 地	层 位	文 献
<i>Phoroxylon qiezihense</i>	黑龙江勃利	城子河组(K ₁)	郑少林等, 1982
<i>Phoroxylon scalariforme</i>	黑龙江鸡西	城子河组(K ₁)	斯行健, 1951
<i>Ginkgoxylon chinense</i>	辽宁义县	沙海组(K ₁)	张武等, 2000
<i>Araucarioxylon batuense</i>	辽宁朝阳、义县	沙海组(K ₁)	段淑英, 2000
<i>Araucarioxylon jimoense</i>	山东即墨	? (K ₁)	张善祯等, 1987
<i>Araucarioxylon sidugawaense</i>	辽宁义县	义县组(K ₁)	段淑英, 2000
<i>Araucarioxylon xinchangense</i>	浙江新昌	馆头组(K ₁)	段淑英等, 2002
<i>Brachyoxylon</i> sp.	西藏拉萨	? (K ₁)	Vozenin-Serra, Pons 1990
<i>Cedroxylon jinshaense</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Cupressinoxylon baomiqiaoense</i>	黑龙江宝清	云山组(K ₁)	郑少林等, 1982
<i>Cupressinoxylon jiayinense</i>	黑龙江嘉荫	嘉荫群(K ₂)	王如峰等, 1997
<i>Glyptostroboxylon xidapoense</i>	黑龙江鸡西	穆棱组(K ₁)	郑少林等, 1982
<i>Lhassoxylon aptianum</i>	西藏拉萨	? (K ₁)	Vozenin-Serra, Pons 1990
<i>Phyllocladoxylon densum</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Phyllocladoxylon eboracense</i>	内蒙古扎鲁特	霍林河组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Phyllocladoxylon hailaerense</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Phyllocladoxylon xinqiuensis</i>	辽宁阜新	阜新组(K ₁)	崔金钟等, 1992
<i>Piceoxylon manchuricum</i>	黑龙江鸡西	桦山群(K ₂)	斯行健, 1951
<i>Piceoxylon priscum</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Piceoxylon zaocishanense</i>	辽宁义县	义县组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Podocarpoxydon dacrydioides</i>	内蒙古霍林河	霍林河组(K ₁)	崔金钟, 1995
<i>Protocedroxylon orientale</i>	内蒙古扎鲁特	霍林河组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Protocupressinoxylon mishanense</i>	黑龙江密山	城子河组或穆棱组(K ₁)	郑少林等, 1982
<i>Protoglyptostroboxylon giganteum</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Protoglyptostroboxylon yiminense</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Protophyllocladoxylon franconicum</i>	辽宁义县	伊敏组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Protophyllocladoxylon haizhouense</i>	辽宁阜新	阜新组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Protopiceoxylon amurense</i>	黑龙江嘉荫	嘉荫群(K ₂)	杜乃正, 1982
<i>Protopiceoxylon chaoyangense</i>	辽宁朝阳、义县	沙海组(K ₁)	段淑英, 2000
<i>Protopiceoxylon dakotense</i>	辽宁本溪	? (K ₁)	斯行健, 1963
<i>Protopiceoxylon mohense</i>	黑龙江漠河	九峰山组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Protopiceoxylon yizhouense</i>	辽宁义县	沙海组(K ₁)	段淑英等, 1995
<i>Protopodocarpoxylon arnatum</i>	黑龙江密山	桦山群(K ₂)	郑少林, 1982
<i>Protopodocarpoxylon jinzhangshanense</i>	辽宁义县	义县组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Protopodocarpoxylon lalongense</i>	西藏洛隆	? (K ₁)	Vozenin-Serra, Pons, 1990

属 种	产 地	层 位	文 献
<i>Protopodocarpoxyylon orientale</i>	西藏林周	? (K ₁)	Vozenin-Serra, Pons, 1990
<i>Protosciadopityoxyylon liaoningense</i>	辽宁义县	沙海组(K ₁)	Zhang et al., 1999
<i>Sciadopityoxyylon heizyoense</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995 (修订)
<i>Sciadopityoxyylon liaoningenses</i>	辽宁阜新	阜新组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Taxodioxyylon cryptomerioides</i>	黑龙江嘉荫	嘉荫群(K ₂)	王如峰等, 1997
<i>Taxodioxyylon szei</i>	黑龙江鸡西	穆棱组(K ₁)	Yang, Zheng 2003
<i>Taxoxyylon liaoxiense</i>	辽宁义县	沙海组(K ₁)	段淑英, 2000
<i>Taxoxyylon pulchrum</i>	内蒙古鄂温克	伊敏组(K ₁)	何德长, 1995
<i>Xenoxylon fuxinense</i>	辽宁阜新	阜新组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Xenoxylon hopeiense</i>	辽宁义县	义县组(K ₁)	丁秋红 2000
<i>Xenoxylon huolinhense</i>	内蒙古霍林河	霍林河组(K ₁)	丁秋红, 2000
<i>Xenoxylon latiporosum</i>	黑龙江嘉荫, 辽宁义县	太平林场组?(K ₂), 义县组(K ₁)	杜乃正, 1982; 丁秋红 2000
<i>Xenoxylon liaoningense</i>	辽宁义县	沙海组(K ₁)	段淑英等, 1995
<i>Xenoxylon peidense</i>	黑龙江密山, 内蒙古扎鲁特	东胜村组, 霍林河组(K ₁)	何德长, 1995, 郑少林等, 1982
<i>Xenoxylon yixianense</i>	辽宁义县	沙海组(K ₁)	张武等, 1996
<i>Keteleeria fortunei</i>	河南信阳胡家湾	早白垩世	杨家驹等1990, 齐国凡等, 2005
<i>Pinus henanensis</i>	河南信阳胡家湾	早白垩世	杨家驹等1990, 齐国凡等, 2005
<i>Podocarpus nagi</i>	河南信阳胡家湾	早白垩世	杨家驹等1990, 齐国凡等, 2005
<i>Glyptostrobus pensilis</i>	河南信阳胡家湾	早白垩世	杨家驹等1990, 齐国凡等, 2005

1. 苏铁类：目前在我国白垩纪只发现了两种贼木类木材化石：梯纹状贼木 *Phoroxylon scalariforme* Sze (斯行健, 1951)、茄子河贼木 *Phoroxylon qieziense* (郑少林和张武, 1982)。两者皆发现于黑龙江鸡西的下白垩统城子河组，都为次生木质部，在解剖构造上和松柏类很接近，但它们的管胞径向壁具有梯纹加厚，在管胞的末端偶尔也存在南洋杉型纹孔。古植物学家通常认为它们与苏铁类植物的亲缘关系更接近，可能是属于本内苏铁目的（斯行健, 1963），也可能是属于苏铁目的（张武等, 2006）。

2. 银杏类：银杏类木材化石在我国古生代也有发现，被归入原始银杏木属 *Protoginkgoxyylon* (郑少林和张武, 2000)，但白垩纪只报道了1种 *Ginkgoxyylon chinense*，产于辽西义县下白垩统沙海组（张武等, 2000），这与叶化石的丰富记录形成了鲜明的对比。在东北地区（包括内蒙古东部）归入 *Ginkgo* 属的银杏叶化石将近20种，若加上归入 *Ginkgoites* 的，则数量更多；东北地区的木材化石虽也发现了不下40余种，但与银杏类植物有关的却只有一种。现代银杏的木材因其早材管胞排列不整齐、大小不规则和具有大而不规则的纵向异细胞而易与其它裸子植物的木材相区别（周奎和姜笑梅, 1994），这一特点在已发现的新生代银杏木材中也有很好的展示（Khudajberyev, 1962; Scott et al., 1962; Biradar and Mahabale, 1978）。

3. 松柏类：我国白垩纪的木化石，多数都发现于早白垩世，晚白垩世地层发现的不多，这些早白垩世木化石又大多数发现于东北地区。目前白垩纪发现的木化石绝大多数都属于松柏类木化石，已描述的至少有47个种，它们分别属于以下18个属：原始叶枝杉型木属 *Protophyllocladoxyylon*、原始水松型木属 *Protoglyptostroboxylon*、紫杉型木属 *Taxoxyylon*、雪松型木属 *Cedroxylon*、原始雪松型木属 *Protocedroxylon*、云杉型木属 *Piceoxyylon*、水松型木属 *Glyptostroboxylon*、原始柏型木属 *Protocupressinoxylon*、原始罗汉松型木属 *Protopodocarpoxyylon*、原始云杉型木属 *Protopiceoxyylon*、金松型木属 *Sciadopityoxyylon*、原始金松型木属 *Protosciadopityoxyylon*、落羽杉型木属 *Taxodioxyylon*、南洋杉型木属 *Araucarioxyylon*、柏型木属

Caryocarpocylon、罗汉松类属 *Podocarpoxylon*、拉萨木属 *Lhassoxylon*、短木属 *Brachyoxylon*。另外,异木属 *Yemoxylon* 也可能是属于松柏类的,但属于松柏类的哪个科目前还没有定论。以上木化石都是根据化石分类系统命名的,唯有我国河南信阳地区发现的白垩纪松柏类木化石原研究者是采用现代木材分类系统命名的,包括4属4种:油杉 *Keteleeria fortunei*、河南松 *Pinus henanensis*、竹柏 *Podocarpus nagi*、水松 *Glyptostrobus pensilis*。本文将单独描述附于后。

4. 被子植物:被子植物木材大多数具有巨大的输导水分的导管,因而在木材的横切面上易于与裸子植物的木材区别。白垩纪是被子植物发展的重要阶段。可靠的被子植物化石自早白垩世开始出现,到晚白垩世土伦期(Turonian)以后,逐渐取代了蕨类植物和裸子植物而成为地球表面植物群落的优势分子,到马斯特里赫特期(Maastrichtian),已占据绝对优势。被子植物叶化石已在我国多处的早白垩世地层发现,但未发现木材化石。而我国晚白垩世地层出露较差,木化石发现较少,除少数的几种裸子植物松柏类木化石外,被子植物木材化石还没有正式的文献报道。吉林大学的一个课题组在黑龙江南岸嘉荫县的乌云组地层中发现了几种散孔材,可能是属于木兰*,但乌云组的时代目前大多认为是属于第三纪的。

从古植物学目前的研究结果来看,已经发现的白垩纪植物叶部化石大多数是不好归入现代属种中的。但白垩纪发现的松柏类木材化石,不少属种的解剖构造和现代的松柏类木材非常接近,可以很好的进行对比,木材构造特征已进化到接近现代植物的水平,如大多数木材化石的横切面出现了明显的生长轮,管胞径壁纹孔为具缘纹孔,一般不具有螺旋加厚。有些木材化石的次生木质部中出现了树脂道和(或)木薄壁组织,在裸子植物中这些特征被认为是比较进化的(周奎和姜笑梅,1995)。这也从一个侧面反映了裸子植物次生木质部在解剖构造上的演化速度比较慢。

6.3 属种描述

6.3.1 苏铁类木材化石

贼木属 *Phoroxylon* Sze 1951

模式种: *Phoroxylon scalariforme* Sze

属征:管胞径壁纹孔为梯纹式,个别为多角形或南洋杉式。射线单列,射线薄壁细胞水平壁不规则增厚,端壁具小孔;交叉场纹孔2-6个。树脂道缺乏,木薄壁组织不清楚。

时代与分布:白垩纪;中国东北。

茄子河贼木 *Phoroxylon qiezhense* Zheng et Zhang (图版6-1)

1982 *Phoroxylon qiezhense*, 郑少林和张武, 页332, 图版32, 图1-10

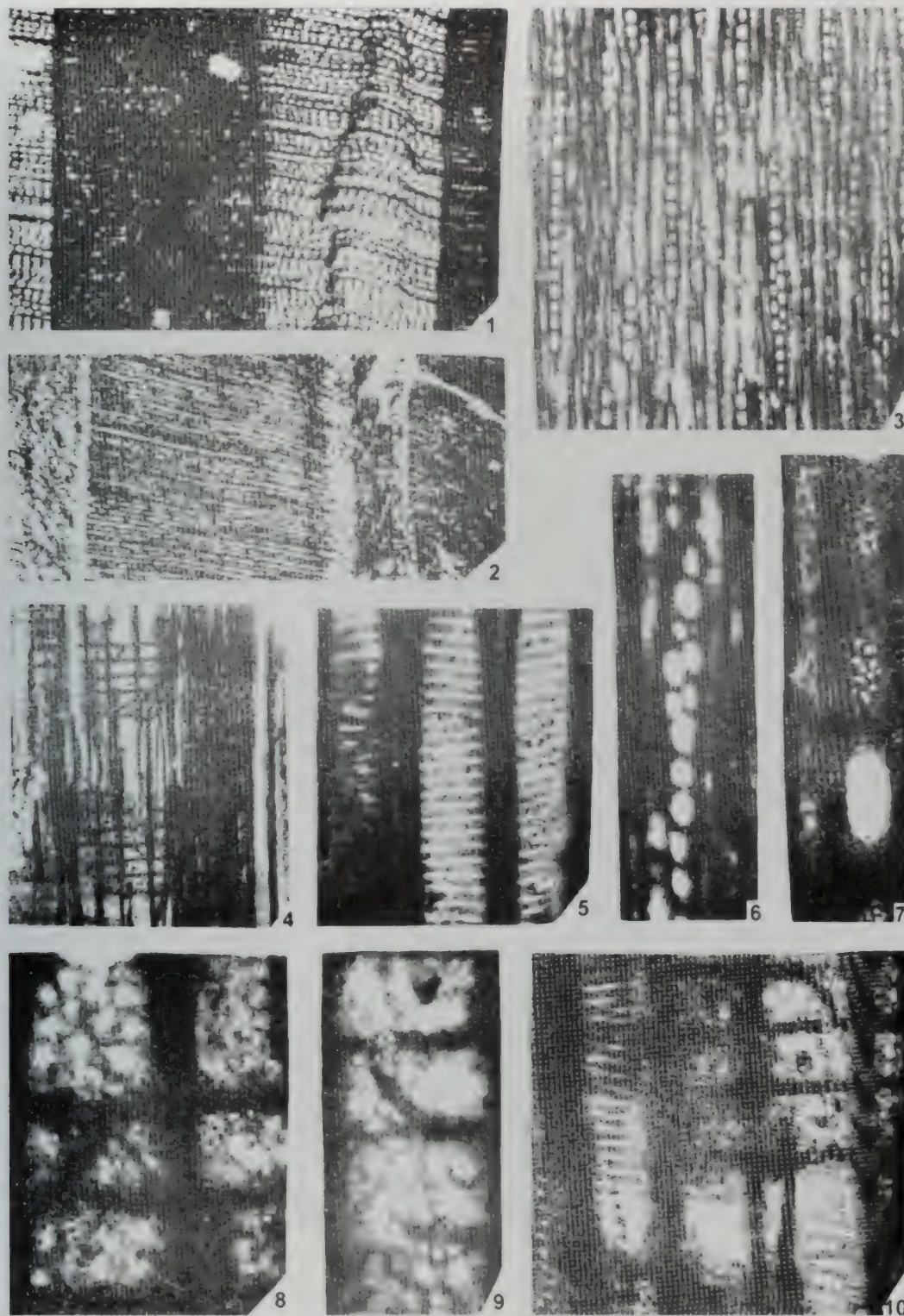
特征:生长轮明显,早材与晚材的宽度接近或晚材带略宽。早材管胞径向壁上普遍存在有梯纹孔,晚材管胞径向壁上梯纹孔少见,或偶见不规则的网纹。射线细胞多数单列,少数双列,射线高一般为5~15个细胞,个别为2个,多者可达29个细胞。细胞壁常见简单的圆形或椭圆形的小孔,多达20个以上。管胞弦向壁上普遍具网状纹饰。交叉场射线横壁及端壁均具孔,每个交叉场内简单圆形或椭圆形小孔6~12个。无正常树脂道及木薄壁细胞。

产地与层位:黑龙江勃利;下白垩统城子河组。

梯纹状贼木 *Phoroxylon scalariforme* Sze (图版6-2)

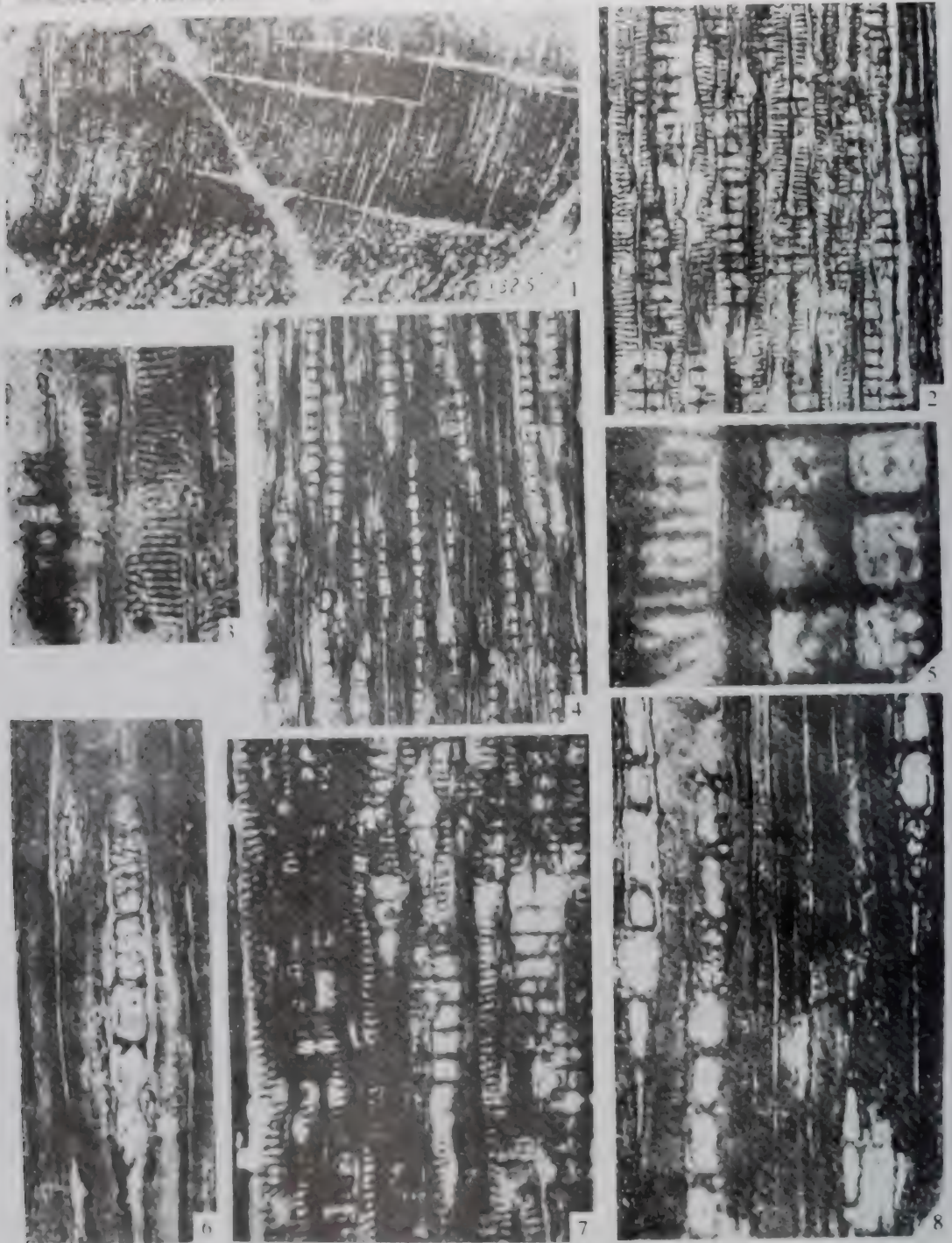
1951 *Phoroxylon scalariforme*, Sze (斯行健), 页443; 图版5, 图2, 3; 图版6, 图1-4; 图版7, 图1-4

郑少林, Zhang, H. 2004. Preliminary notes on Cretaceous and Tertiary woods from Heilongjiang River area of China. In: *Proceedings of the 1st International Symposium on Cretaceous Biota and K/T Boundary in Heilongjiang River area*.

图版6-1 茄子河贼木 *Phoroxylon qiezhihense* Zheng et Zhang

1-2 横切面，示宽窄不一的生长轮 $\times 32$ ；3, 6 弦切面，示射线 $\times 100$, $\times 200$ ；4 径切面，示早、晚材管胞及交叉场纹孔 $\times 100$ ；5 径切面，示管胞壁上的梯纹加厚 $\times 400$ ；7 弦切面，示射线薄壁细胞表面的小孔 $\times 630$ ；8~9 径切面，示交叉场纹孔及射线细胞壁上的小孔 $\times 630$, $\times 400$ ；10 径切面，示管胞壁上的梯纹加厚及交叉场纹孔 $\times 100$

图版 12 苏铁化石 *Phoroxylon scalariforme* Sze (引自斯行健, 1951)



1 横切面，示生长轮和发达的髓材 $\times 32.5$ ；2 径切面，示管胞壁的梯纹纹孔 $\times 100$ ；3 径切面，示梯纹纹孔 $\times 180$ ；4 径切面，示单列射线 $\times 100$ ；5 径切面，示梯纹纹孔、交叉场的单纹孔或半具缘纹孔 $\times 500$ ；6 径切面，示射线细胞弦向壁纹孔 $\times 500$ ；7 径切面，示梯纹纹孔和偶尔出现的网状的似南洋杉型的纹孔 $\times 100$ ；8 径切面，示射线细胞弦向壁纹孔 $\times 400$ 。

1963 *Phoroxylon scalariforme*, 斯行健等, 页345, 图版117, 图1-7

特征: 生长轮明显, 早材窄, 管胞大, 细胞长方形; 晚材比较宽, 管胞紧挤, 小, 方形 管胞纹孔梯纹状, 少量为南洋杉型; 交叉场纹孔小而圆, 2~6个 射线单列, 高2~25个细胞, 多为10~15个细胞, 射线薄壁细胞横壁不规则加厚, 弦向壁具孔 无树脂道

产地与层位: 黑龙江鸡西; 下白垩统城子河组。

6.3.2 银杏类木材化石

银杏木属 *Ginkgoxylon Khudajberdyeva* 1962

模式种: *Ginkgoxylon asiaemediae* Khudajberdyeva

属征: 生长轮略明显, 常具含晶体的薄壁异细胞; 射线单列, 高1~9个细胞, 多数2~4个细胞; 管胞排列不整齐, 径壁具缘纹孔1~2列, 偶3列, 对生为主, 径列条偶见; 交叉场纹孔柏木型, 1~6个, 通常2~4个, 1~2横列。

时代与分布: 侏罗纪—白垩纪; 法国, 越南, 中国, 印度。

中国银杏木 *Ginkgoxylon chinense* Zhang et Zheng (图版6-3)

2000 *Ginkgoxylon chinense*, Zhang, Zheng, Shang, 页221, 图版1, 图1-9; 图版2, 图1-3, 5

特征: 髓由薄壁细胞、分泌细胞和分泌道组成。原生木质部内始式; 管胞径壁有螺纹加厚。次生木质部有生长轮和假生长轮; 管胞排列不规则, 管胞腔大小和形状差异大, 有些管胞腔中有充填物。管胞径壁纹孔纹冷杉型, 多数单列, 分离, 双列时对生。射线单列, 偶尔局部出现双列, 高1~4 (~6) 个细胞, 射线细胞壁光滑。交叉场纹孔柏木型, 每个交叉场有2~4 (~6) 个纹孔, 排成1~3行。薄壁细胞形状不规则, 纵向增大或膨大, 异细胞常见。无树脂道。轴向薄壁细胞偶见。

产地与层位: 辽宁义县; 下白垩统沙海组。

6.3.3 松柏类木材化石

南洋杉型木属 *Araucarioxylon Kraus* 1870

模式种: *Araucarioxylon carbonaceum* (Witham) Kraus

属征: 生长轮清楚、不明显或不存在; 管胞径壁纹孔南洋杉式, 通常多列互生, 多角形, 有时单列, 排列紧密; 交叉场纹孔柏木型; 管胞不具螺纹加厚; 射线细胞单列, 偶而在局部双列。

时代与分布: 二叠纪至第三纪; 南、北半球。

巴图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan (图版6-4, 图1-5)

2000 *Araucarioxylon batuense*, 段淑英, 页209, 图10-14

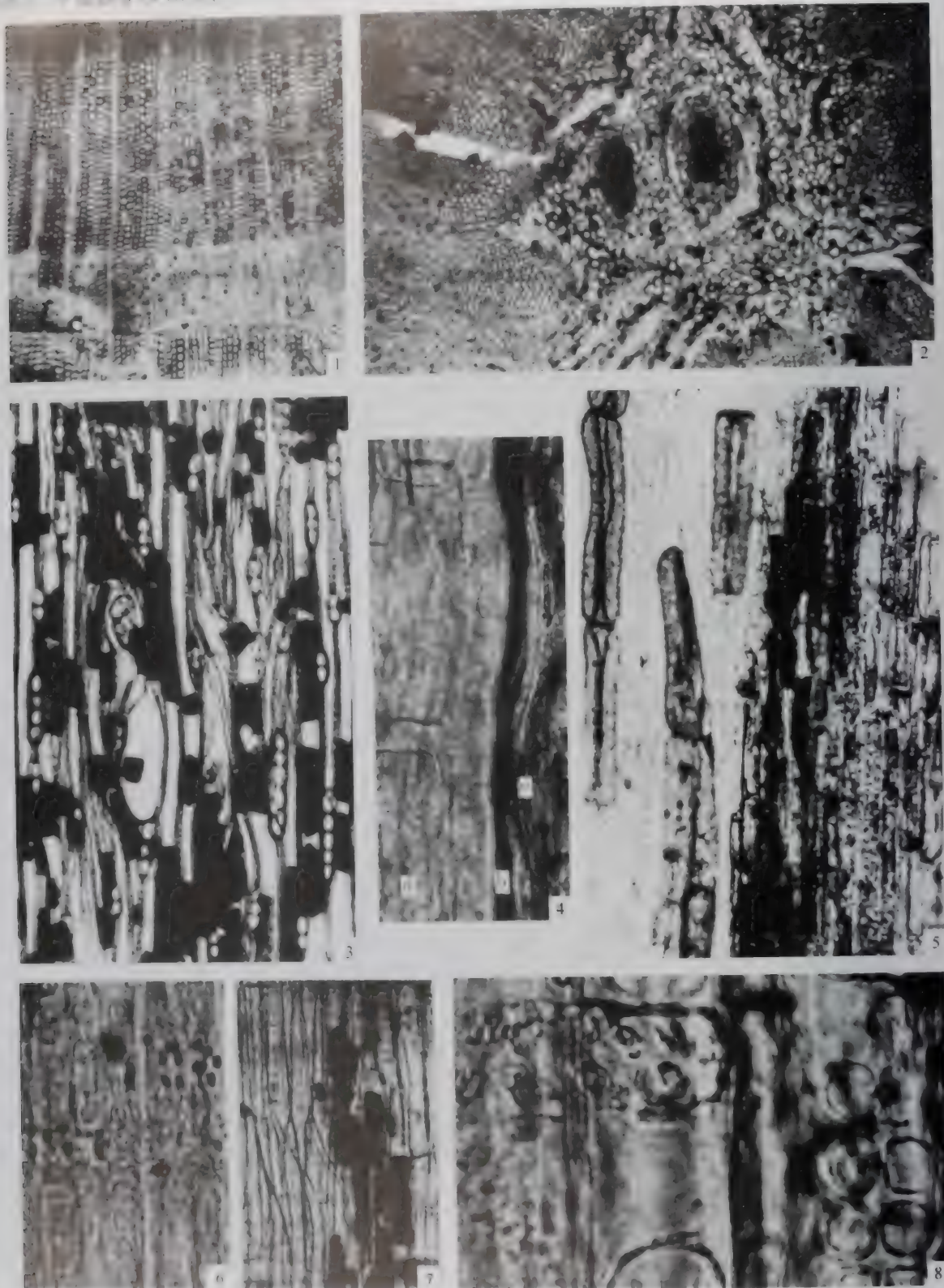
特征: 生长轮清楚, 宽窄变化大, 早材宽, 管胞截面为方形或多边形, 大小比较均一; 晚材很窄。早材至晚材为渐变。管胞壁上具缘纹孔单列或双列, 双列的常对生或互生, 以对生为多; 单列纹孔多为圆形, 略分离。交叉场近似窗格型, 每场内有1~6个纹孔, 多为2~3个。射线疏密变化较大(间隔2~10列管胞), 高2~14个(多为3~7个)细胞, 内常有黑色物质填充。

产地与层位: 辽宁朝阳、义县; 下白垩统沙海组。

即墨南洋杉型木 *Araucarioxylon jimoense* Zhang et Wang (图版6-5)

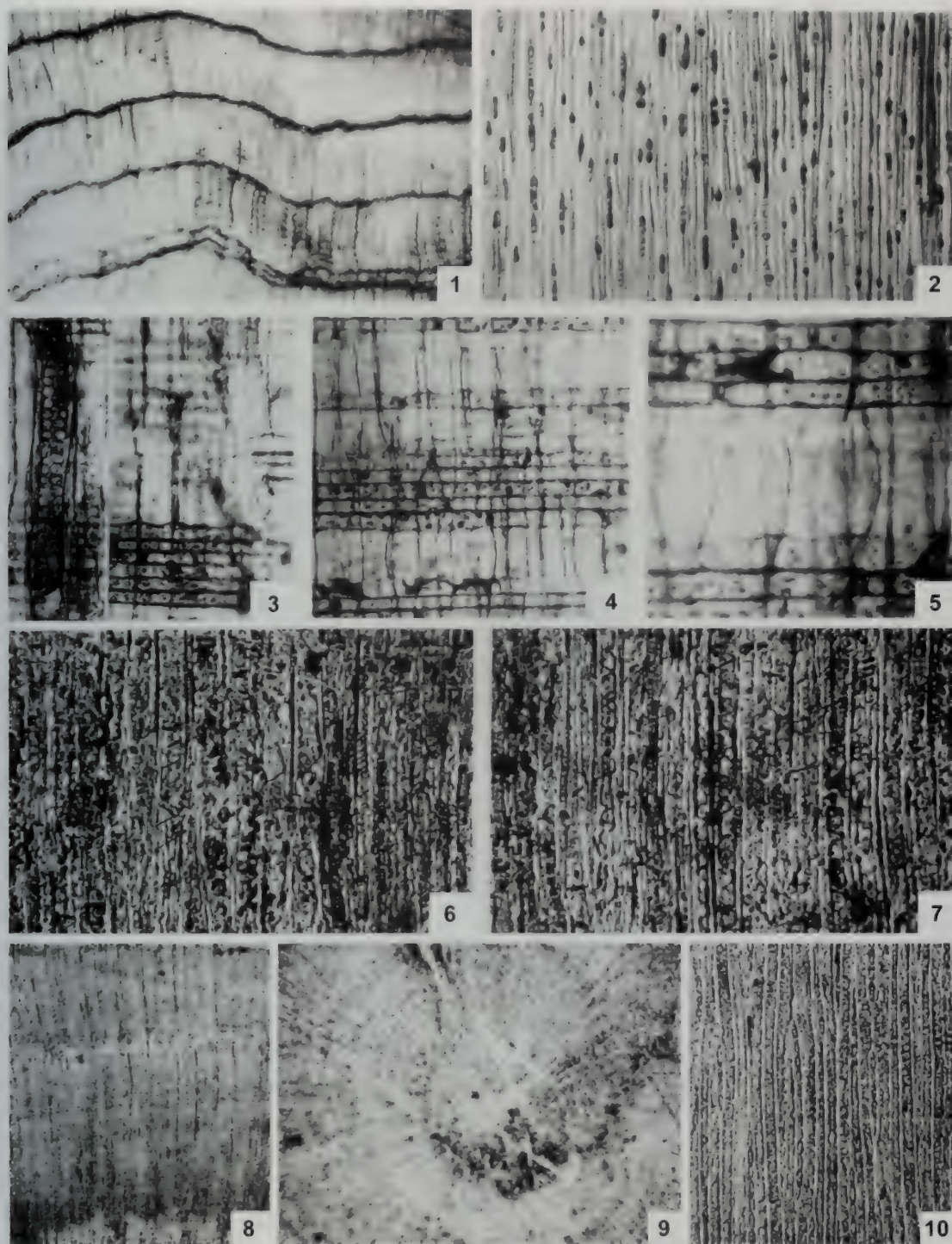
1987 *Araucarioxylon jimoense*, 张善祯, 王庆之, 页65, 图版1, 图1-4; 图版2, 图1-4

特征: 生长轮明显, 早材带发育, 约36细胞宽, 管胞截面近方形, 壁厚; 晚材带窄, 仅2细胞宽, 管胞小, 截面长方形或方形, 壁厚。管胞径壁纹孔南洋杉式, 单列, 偶双列。交叉场内具3~18个椭圆形纹孔; 无树脂道及明显木薄壁细胞。射线单列, 高2~25个细胞, 水平壁及弦壁光滑



1 横切面，示生长轮和轮生轮×35；2 横切面，示髓、原生木质部和次生木质部×35；3 弦切面，示管胞、木纤维和木薄壁组织，以及胞壁的管胞和填充体×175；4 径切面，示髓部的薄壁细胞(a)、分泌道(b)和原生木质部管胞的排列(c)×350；5 弦切面，示薄壁细胞、分泌细胞、分泌道和分泌物×175；6 径切面，示单列管胞×60；7 弦切面，示木纤维和管胞×68；8 径切面，示双列纹孔和柏木型交叉场纹孔×350

图版6-4 巴图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan 和
辽西紫杉型木 *Taxoxylon liaoxiense* Duan (引自段淑英, 2000)



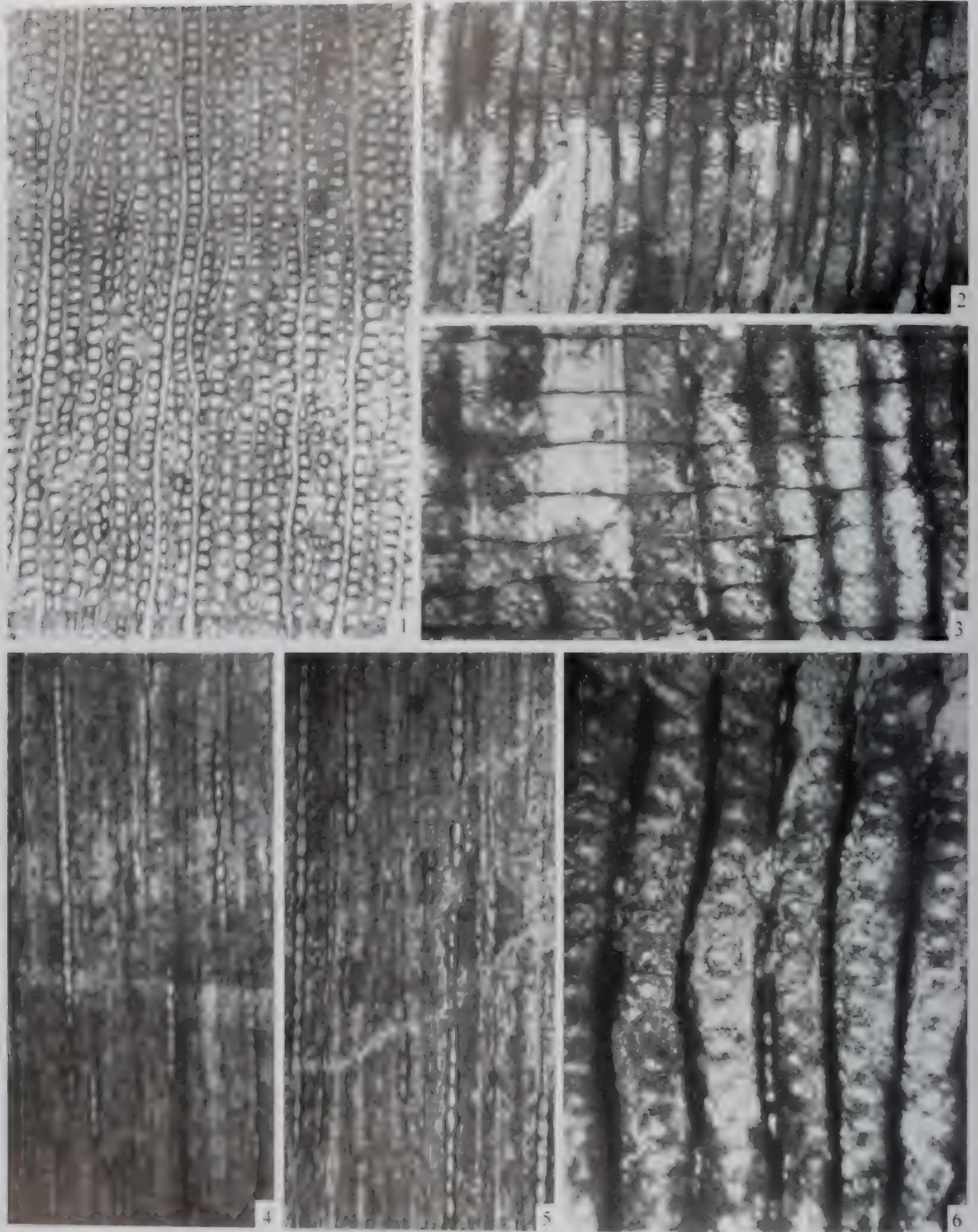
巴图南洋杉型木 *Araucarioxylon batuense* Duan (图1-5)

1 横切面, 示生长轮 $\times 80$; 2 弦切面, 示射线 $\times 200$; 3-4 径切面, 示管胞具缘纹孔和交叉场 $\times 200$; 5 径切面, 示交叉场 $\times 400$

辽西紫杉型木 *Taxoxylon liaoxiense* Duan (图6-10)

6-7 径切面, 示管胞径壁螺纹加厚和具缘纹孔 $\times 400$; 8-9 横切面, 示生长轮和髓 $\times 80$; 10 弦切面, 示射线和管胞弦向壁上的螺纹加厚 $\times 400$

图版 15 粗榧木干材 *Araucarioxylon jimoense* Zhang et Wang (引自张善桢和王庆之, 1987)



1 横切面, 上部为早材, 底部为晚材 $\times 80$; 2 径切面, 示交叉场及管胞径壁2列互生排列具缘纹孔 $\times 125$; 3 横切面, 示交叉场 $\times 125$; 4-5 弦切面, 示射线密度及高度 $\times 100$, $\times 120$; 6 径切面, 示管胞径壁2列互生排列具缘纹孔 $\times 200$

产地与层位：山东即墨；下白垩统

西都南洋杉型木 *Araucarioxylon sidugawaense* Shimakura (图版6-6, 图4-9)

1936 *Araucarioxylon sidugawaense*, Shimakura, 页273, 图版1, 图7-8; 图版2, 图1-7; 插图2

2000 *Araucarioxylon sidugawaense*, 段淑英, 页208, 图4-9

特征：生长轮明显，早材至晚材为渐变。管胞壁上有双列及单列具缘纹孔，双列纹孔多为对生，也有互生；单列纹孔分离或接触。每交叉场1~4个（多为2个）纹孔。射线少，高2~8（多为2~5）个细胞，内有黑色物质填充，单列，偶见双列。

产地与层位：辽宁义县；下白垩统义县组。

新昌南洋杉型木 *Araucarioxylon xinchangense* Duan (图版6-7; 图版6-8)

2002 *Araucarioxylon xinchangense*, 段淑英等, 页81, 图版1, 图1-6

特征：生长轮明显，有3~4个管胞。管胞径向壁具缘纹孔多1~3列，椭圆形或六边形，多少接触，个别分开。纹孔双列时对生或互生。交叉场纹孔多达18个，多数为9~11个，成3排或不规则排列。射线细胞水平壁平缓。

产地与层位：浙江新昌；下白垩统馆头组。

短木属 *Brachyoxylon* Hollick and Jeffrey 1909

模式种：*Brachyoxylon notabie* Hollick et Jeffrey

属征：管胞径壁纹孔扁圆形，常单列，2列时常呈5~6边形；木射线细胞端壁和水平壁均较平滑；交叉场纹孔小，数目较多；有创伤树脂道。

时代与分布：白垩纪；北美，欧洲，中国西藏。

短木属（未定种）*Brachyoxylon* sp. (图版6-9, 图4-7)

1990 *Brachyoxylon* sp., Vozenin-Serra and Pons, 页121, 图版6, 图2-6

特征：生长轮不明显，管胞横切面方形、长方形，大小 $36 \sim 80 \mu\text{m} \times 36 \sim 48 \mu\text{m}$ 。射线通常单列，局部有2个或3个细胞，高3~17个细胞，每毫米内有5~7条。管胞径壁具缘纹孔1列，一般为圆形或略扁圆形。交叉场纹孔南洋杉型，每一交叉场5~12个。纵向薄壁细胞缺乏。有纵向创伤树脂道。

产地与层位：西藏拉萨；下白垩统。

雪松型木属 *Cedroxylon* (Kraus 1872) emend. Gothan 1905

模式种：*Cedroxylon withami* Kraus

属征：交叉场纹孔小而多，射线细胞所有的壁具明显的纹孔（冷杉型），管胞径向壁通常1~2列对生纹孔，有时3列，眉条明显，木薄壁细胞通常稀少，或不存在，有创伤树脂道。

时代与分布：侏罗纪至第三纪；欧洲，北美，东亚。

金沙雪松型木 *Cedroxylon jinshaense* (Zheng et Zhang) He (图版6-10, 图1-5)

1982 *Protopodocarpoxyylon jinshaense* Zheng et Zhang, 页331, 图版30, 图1-12

1995 *Cedroxylon jinshaense* (Zheng et Zhang), 何德长, 页13, 图版11, 图1-1e

特征：生长轮明显，晚材管胞径向变窄和壁增厚，从早材过渡至晚材，管胞横断面具圆角的方形，排列规则，管胞径向直径 $30 \sim 48 \mu\text{m}$ ，弦向直径 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ 。射线间距4~8个管胞。早材管胞径向壁具缘纹孔1~2列，2列的更多，分离或稍微接触，稍微分离的更多，短椭圆形、圆形，2列对生的。外口孔圆形的、椭圆形的，内口孔内含，眉条明显。木薄壁细胞和树脂道不存在。射线细胞全由薄壁细胞组成。

图4-8 斜纹紫杉木 *Protopiceoxylon chaoyangense* Duan 和
海南南洋杉木 *Araucarioxylon sidugawaense* Shimakura (引自段淑英, 2000)

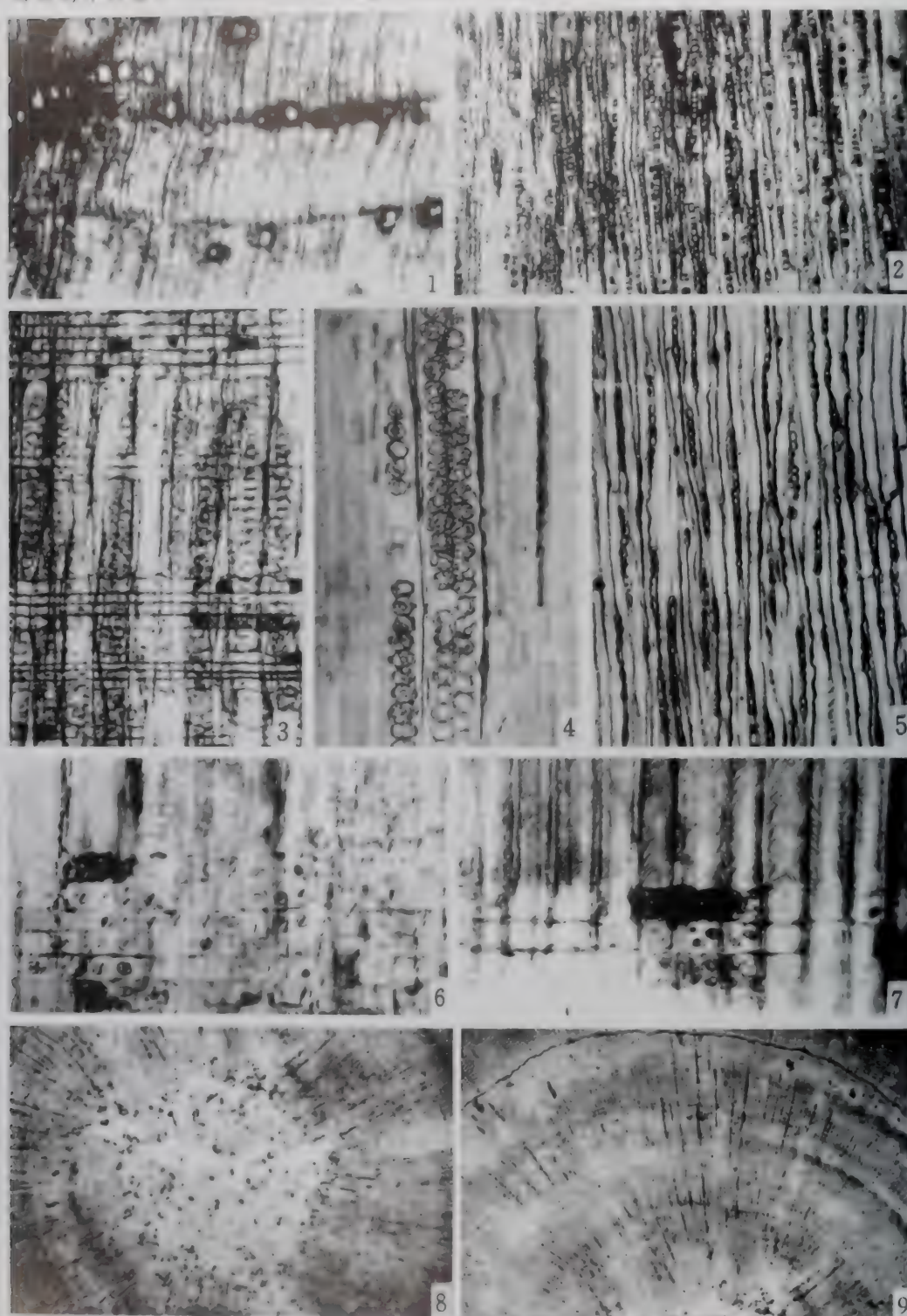


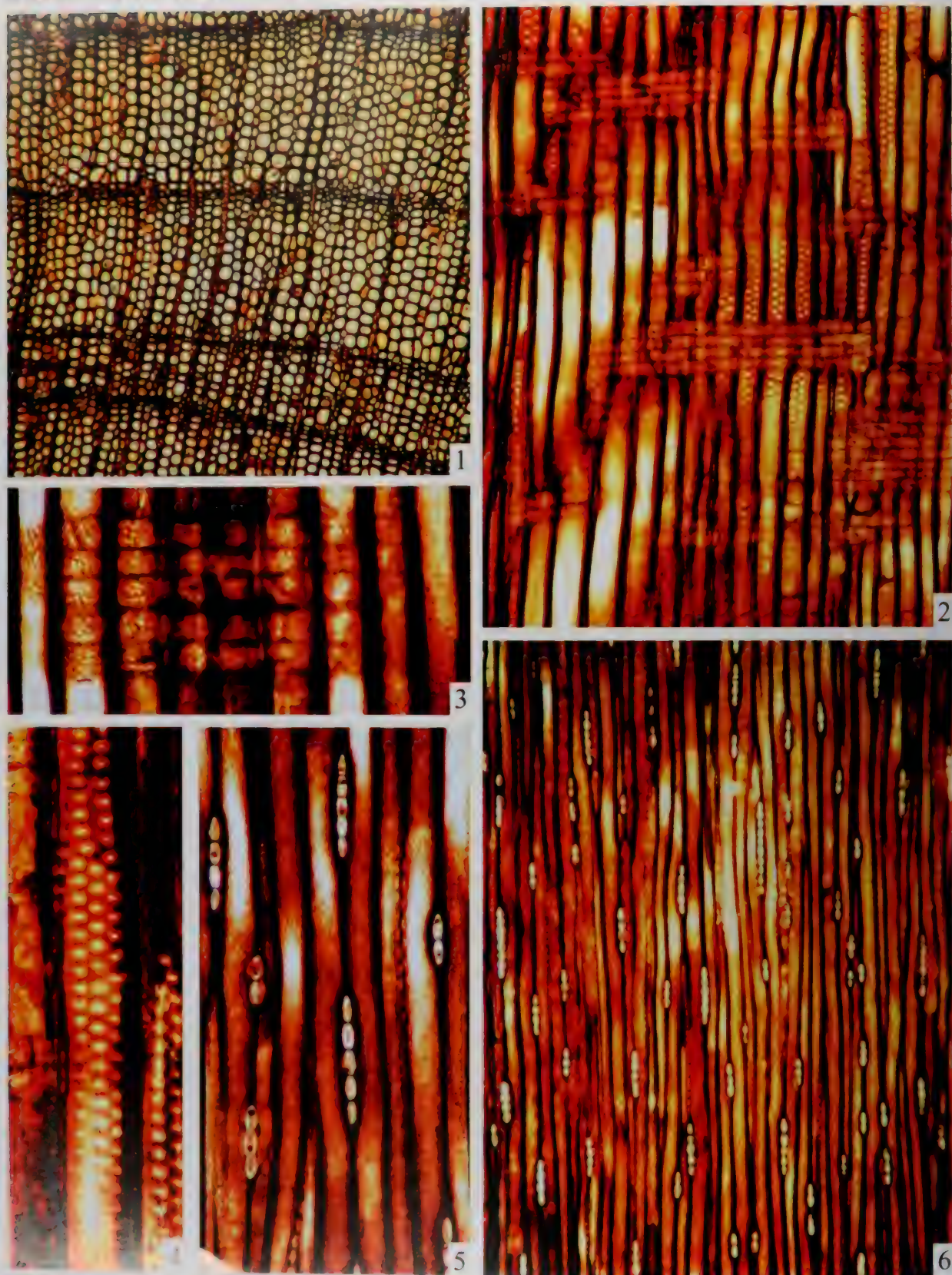
图4-9 斜纹紫杉木 *Protopiceoxylon chaoyangense* Duan (图1-3)
1 斜纹紫杉木，生长轮及纵向树脂道 $\times 80$ ；2 弦切面，示射线 $\times 200$ ；3 径切面，示单列、双列具缘纹孔和具缘纹孔 $\times 200$ 。
海南南洋杉木 *Araucarioxylon sidugawaense* Shimakura (图4-9)
4 斜纹紫杉木，生长轮及纵向树脂道和交叉场纹孔 $\times 800$ ；5 弦切面，示射线 $\times 200$ ；8~9 横切面，示射线 $\times 800$ 。

图版6-7 新昌南洋杉型木 *Araucarioxylon xinchangense* Duan



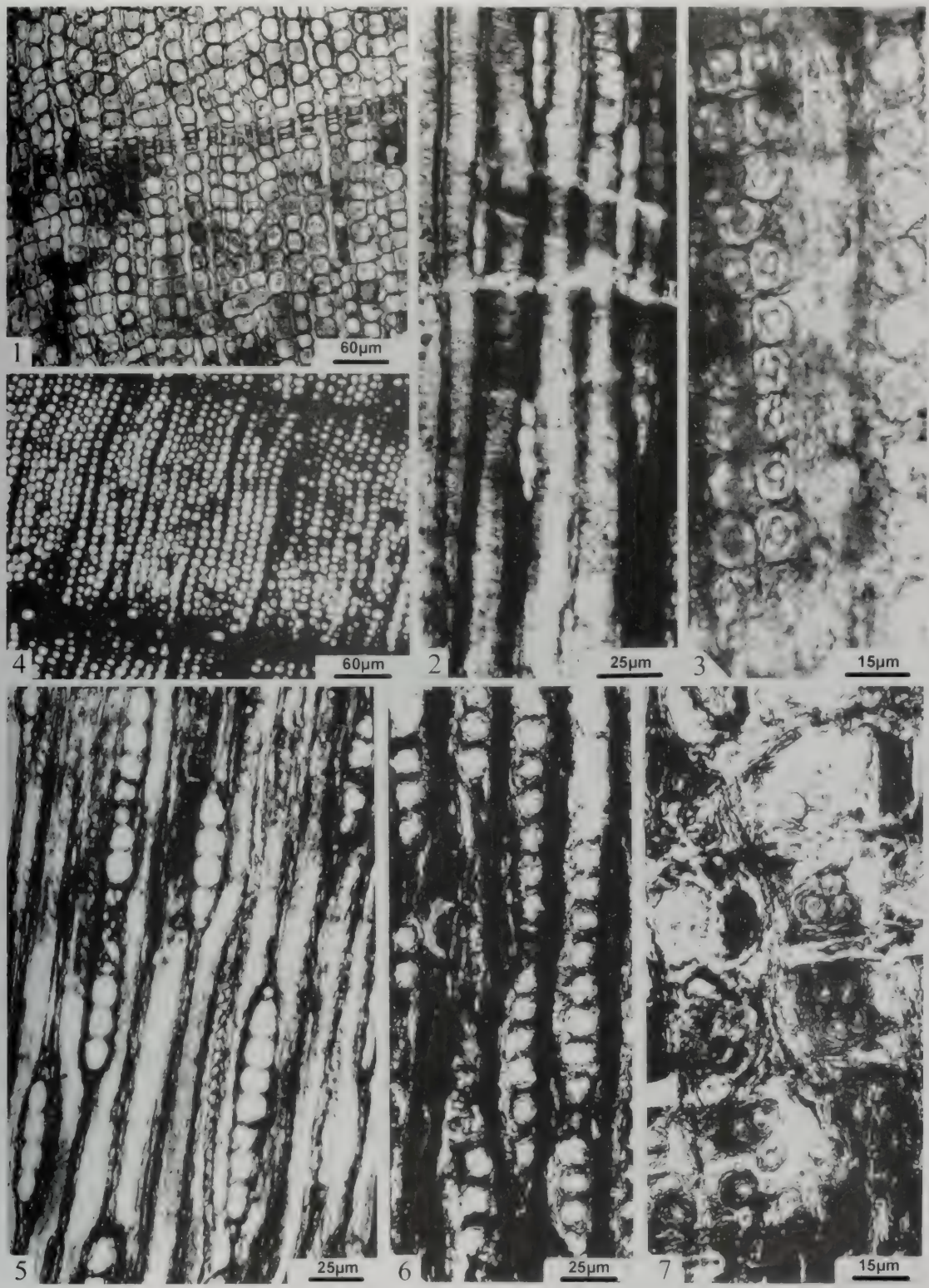
1 原位保存的树桩；2 横切面，示多个生长轮；3 横切面，示早材和晚材管胞

图版 8 云南新发现的植物 Araucarioxylon xinchangense Duan



1 横切面，示射线细胞；2 纵切面，示交叉场和管胞径壁纹孔；3 径切面，示交叉场纹孔；4 径切面，示交叉场纹孔；5 纵切面，示射线；6 纵切面，示射线。

图版6-9 东方原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon orientale* Serra 和
短木属（未定种）*Brachyoxylon* sp. （引自 Vozenin-Serra 和 Pons, 1990）



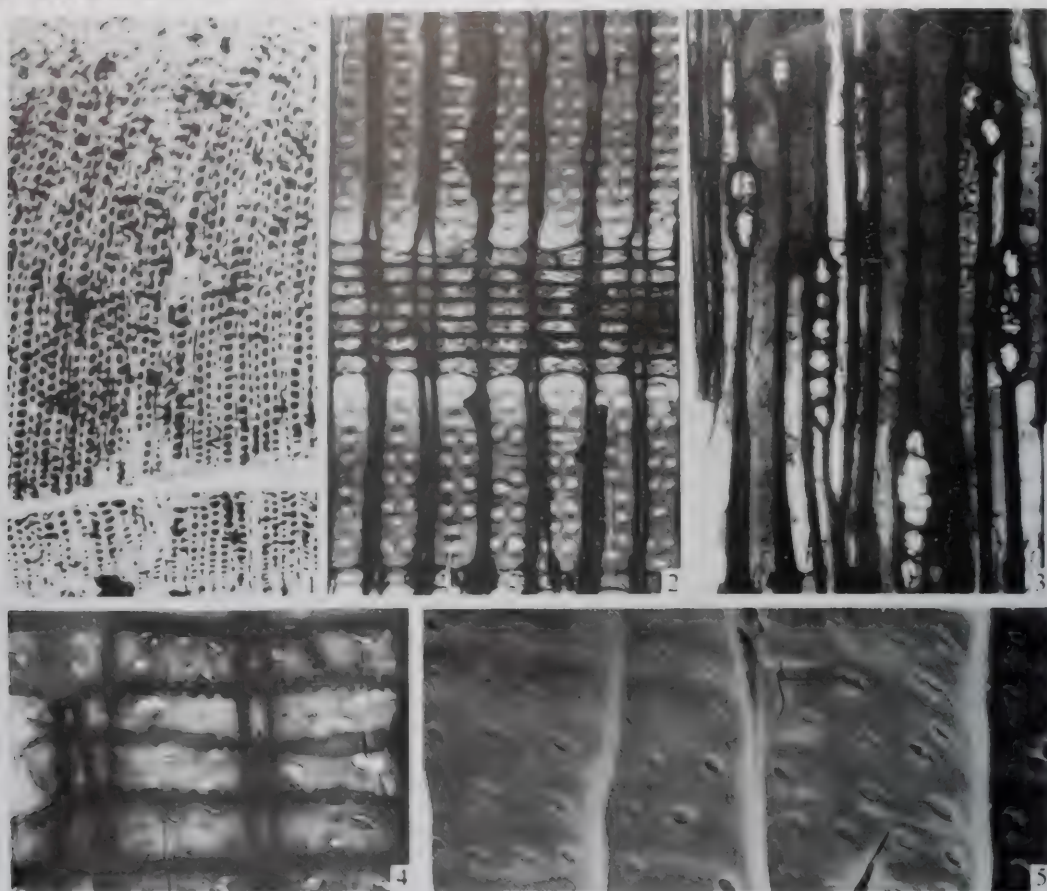
东方原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon orientale* Serra （图1-3）

1 横切面，示不明显的生长轮；2 弦切面，示射线；3 径切面，示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔

短木属（未定种）*Brachyoxylon* sp. （图4-7）

4 横切面，示生长轮和创伤树脂道；5 弦切面，示射线；6 径切面，示管胞径壁纹孔；7 径切面，示交叉场纹孔

图版6-10 全缘红杉木 *Cedroxylon jinshaense* (Zheng et Zhang) He (引自何德长, 1995)



1 横切面 $\times 40$; 2 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 120$; 3 弦切面, 示射线 $\times 167$; 4 径切面, 示交叉场纹孔射线细胞水平壁节状加厚 $\times 346$; 5 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 509$

所有的射线细胞壁具冷杉式纹孔。早材管胞交叉场2~4个纹孔, 排成一排, 很少两排; 纹孔椭圆形, 水平的或倾斜的, 纹孔缘狭窄; 外口孔椭圆形, 内口孔稍微外延或内含。晚材管胞弦向壁具小纹孔, 早材无纹孔。射线单列, 高1~20个细胞, 射线细胞弦向面椭圆形。射线细胞高12~21 μm , 宽13 μm , 弦向壁具6~8个纹孔。50条/ mm^2 射线。

产地与层位: 内蒙古鄂温克; 下白垩统伊敏组

柏型木属 *Cupressinoxylon* Goeppert, emend. Gothan 1905

模式种: *Cupressinoxylon ucranicum* Goeppert

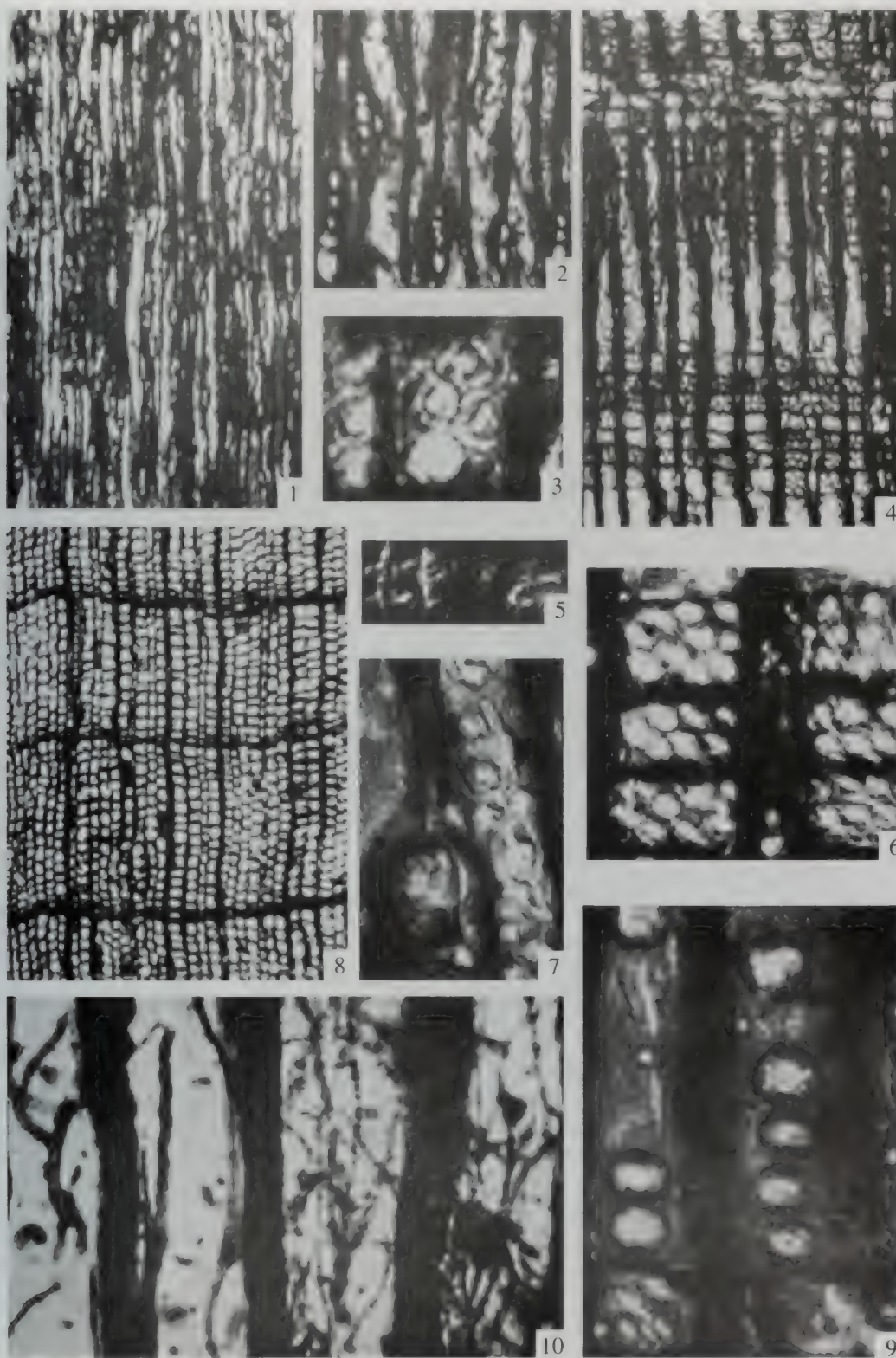
属征: 生长轮明显; 木薄壁细胞丰富; 管胞径壁具缘纹孔圆形, 通常单列, 分离, 少数双列, 纹孔对生; 射线单列, 射线细胞的端壁和水平壁平滑; 交叉场纹孔柏木型, 通常2个。正常树脂道不存在, 有时有创伤树脂道。

时代与分布: 侏罗纪至第三纪; 北半球

宝家桥柏型木 *Cupressinoxylon baomijiaoense* Zheng and Zhang (图版6-11)

模式种: *Cupressinoxylon baomijiaoense*, 郑少林, 张武, 页329, 图版26, 图10; 图版27, 图1~10

特征: 生长轮清楚, 射线平均高约1.5 mm, 晚材带很窄, 仅2~3个细胞, 单个细胞相当窄而且排列整齐, 射线细胞壁具缘纹孔。管胞径壁具缘纹孔圆形, 单列, 彼此

图版6-11 宝密桥柏型木 *Cupressinoxylon baomiqiaoense* Zheng et Zhang

1 弦切面, 示射线 $\times 32$; 2 弦切面, 示射线及管胞壁上的小纹孔 $\times 100$; 3~6 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 630$, $\times 100$, $\times 400$, $\times 400$; 7 弦切面, 示射线薄壁细胞及管胞壁上的小纹孔 $\times 400$; 8 横切面, 示生长轮 $\times 32$; 9 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 400$; 10 弦切面, 示管胞中的真菌菌丝 $\times 400$

时成，现在管胞壁上可见双列对生纹孔。孔口圆形或椭圆形，直径 $10 \sim 12.5 \mu\text{m}$ 。管胞的弦向壁有时也可厚于径向的纹孔，多数为单列，彼此分离，偶见两列。射线细胞单列，偶为两列，高 $1 \sim 19$ 个细胞，一般为 $6 \sim 10$ 个细胞，单个细胞为圆形或椭圆形，平均直径为 $25 \mu\text{m}$ 。交叉场内射线细胞长 $100 \sim 250 \mu\text{m}$ ，宽 $22 \sim 30 \mu\text{m}$ ，壁平滑。每个交叉区内有圆形或椭圆形柏木型纹孔 $2 \sim 11$ 个（多为 $4 \sim 6$ 个）， $2 \sim 3$ 横列，排列不甚规则，相邻纹孔彼此错开，斜向成行显著，孔口左斜或右斜。

产地与层位：黑龙江宝清；早白垩世朝阳屯组。

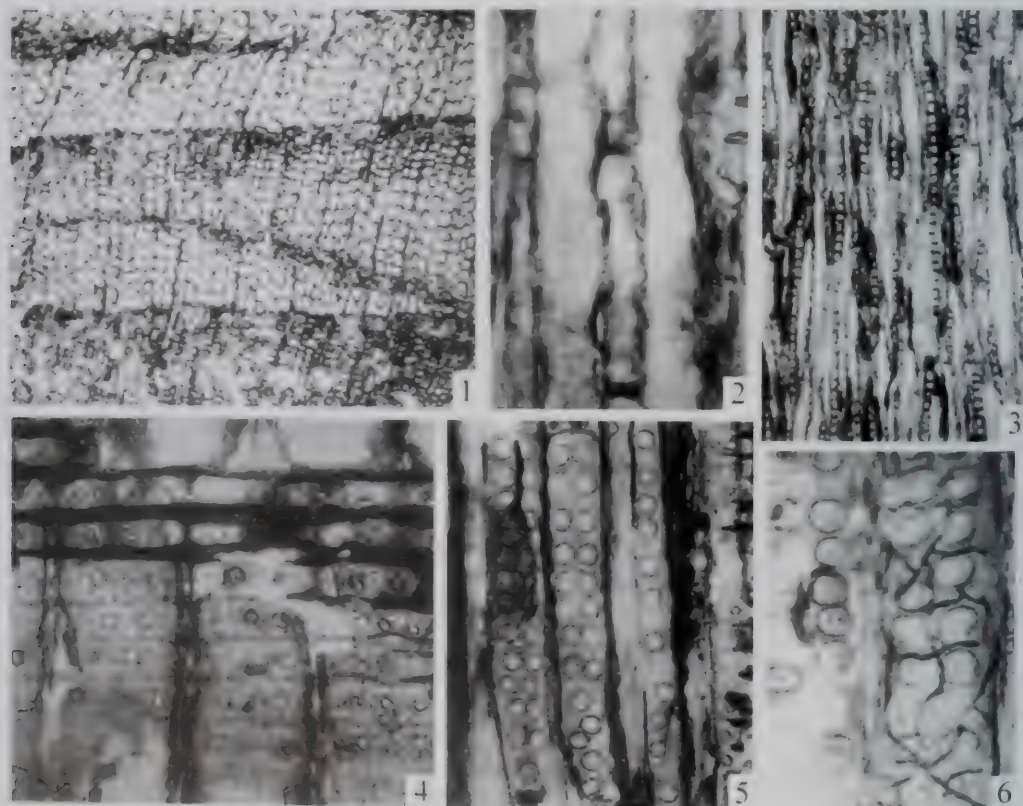
嘉荫柏型木 *Cupressinoxylon jiayinense* Wang, Wang and Chen (图版6-12)

1997 *Cupressinoxylon jiayinense*, 王如峰等, 页974, 图版1, 图1-6

特征：生长轮明显，早材至晚材为渐变。管胞截面为长方形，径壁具缘纹孔 $1 \sim 2$ 列，2列时对生，纹孔相互分离或偶尔接触，圆形或椭圆形；晚材管胞弦向壁具缘纹孔丰富。交叉场纹孔柏木型，每个交叉场内有 $2 \sim 3$ 个纹孔，排成水平1行。眉条显著。轴向木薄壁组织丰富，星散排列，横壁无节状加厚，内有树脂状物质填充。射线单列或双列，彼此间隔 $2 \sim 9$ 层管胞。高 $4 \sim 68$ （多为 $17 \sim 30$ ）个细胞。水平壁无纹孔，端壁无节状加厚。无树脂道。

产地与层位：黑龙江嘉荫；上白垩统嘉荫群。

图版6-12 嘉荫柏型木 *Cupressinoxylon jiayinense* Wang, Wang et Chen (引自王如峰等, 1997)



1 横切面，示生长轮 $\times 25$ ；2 径切面，示轴向薄壁细胞 $\times 150$ ；3 弦切面，示射线及管胞弦向壁纹孔 $\times 40$ ；4 横切面，示交叉场纹孔 $\times 250$ ；5 径切面，示管胞径壁纹孔及眉条 $\times 170$ ；6 径切面，示管胞内的菌丝 $\times 350$ 。

嘉荫木属 *Glyptostroboxylon* Conwentz 1884

模式种：*Glyptostroboxylon taibaiicum* (Kraus) Conwentz

属征：管胞径壁具缘纹孔圆形，对生；木射线细胞壁平滑，交叉场纹孔为水松型，正常树脂道缺乏
时代与分布：白垩纪；中国东北

西大坡水松型木 *Glyptostroboxylon xidapoense* Zheng et Zhang (图版6-13)

1982 *Glyptostroboxylon xidapoense*, 郑少林, 张武, 页329, 图版26, 图1-9

特征：生长轮不甚明显，晚材带较窄，仅3~7个细胞；早材带较宽，平均宽度位2~5 mm，管胞横切面为四边形，圆形或椭圆形，管胞径向壁上具缘纹孔为圆形或椭圆形，单列或双列，单列者通常排列较松；双列者往往彼此对生，或偶为互生；纹孔直径15~17.5 μm ，正中具一圆形或椭圆形孔口，其直径变化较大，5~12.5 μm 。弦向管胞壁上有时可见横隔壁。髓射线单列，高1~39个细胞，多数为12~20个细胞。交叉场射线细胞壁平滑，纹孔为水松型，具窄边或不具边，数目为1~3个，成一横列。无树脂道。

产地与层位：黑龙江鸡西；下白垩统穆棱组。

拉萨木属 *Lhassoxylon* Vozenin-Serra et Pons 1990

模式种：*Lhassoxylon aptianum* Vozenin-Serra et Pons

属征：同质密木型木材，有生长轮，髓很小；管胞横切面四边形，大小和排列不十分规则；射线很密，射线薄壁细胞异形；径壁纹孔1~2列，2列时对生或互生；每一交叉场具1~2个斜向的椭圆形纹孔；有时有创伤树脂道。

时代与分布：早白垩世；中国西藏。

阿普第拉萨木 *Lhassoxylon aptianum* Vozenin-Serra et Pons (图版6-14, 图版6-15)

1990 *Lhassoxylon aptianum*, Vozenin-Serra and Pons, 页110, 图版1, 图1-7; 图版2, 图1-8; 图版3, 1-7; 图版4, 图1-3; 插图2-3

特征：生长轮明显。管胞横切面四边形，大小约7~40 $\mu\text{m} \times 9 \sim 36 \mu\text{m}$ ，径壁纹孔1~2列，2列时对生或互生，弦向壁未见纹孔。射线密集，异形，1~2列，少数3列，高2~41个细胞，多数13~26个细胞；射线薄壁细胞圆形、长圆形，或宽12~36 μm 、长14~30 μm 、高100~240 μm 的长方形，分散排列或成链状。交叉场纹孔斜椭圆形，每场1个，偶尔2个，大小约14~24 $\mu\text{m} \times 9.5 \mu\text{m} \times 16.5 \mu\text{m}$ ；有创伤树脂道。

产地与层位：西藏拉萨；早白垩世。

叶枝杉型木属 *Phyllocladoxylon* Gothan 1905

模式种：*Phyllocladoxylon muelleri* (Schenk) Gothan

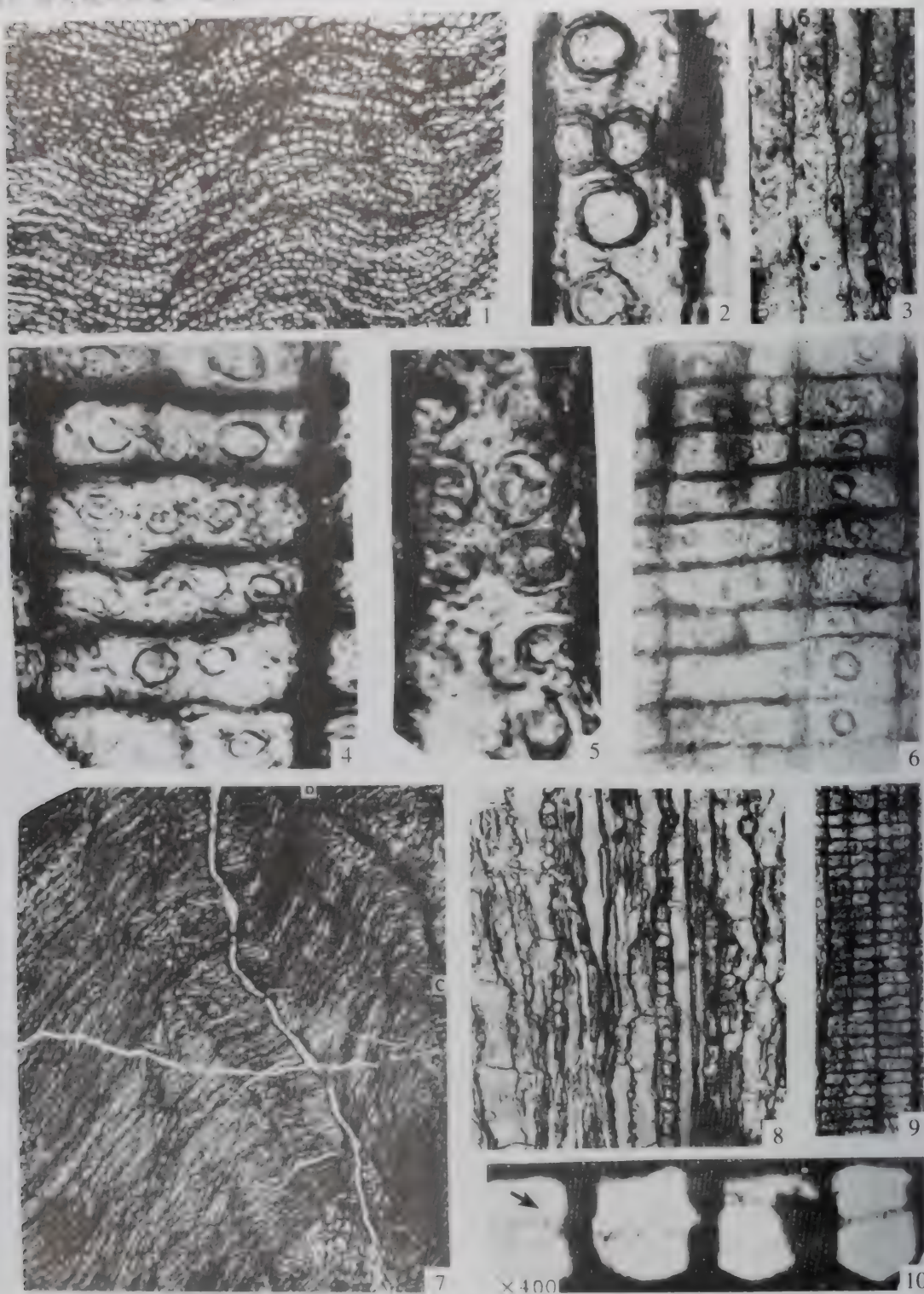
属征：管胞径向壁1~2列具缘纹孔。具缘纹孔分离的、稍微接触的，圆形。交叉场纹孔大，大部分只有一个，有时倾斜的椭圆型的纹孔，射线细胞壁平滑，木薄壁细胞稀少或不存在。眉条和树脂道皆不存在。

时代与分布：侏罗纪至第三纪；欧洲、东亚、美洲、大洋洲、南极洲。

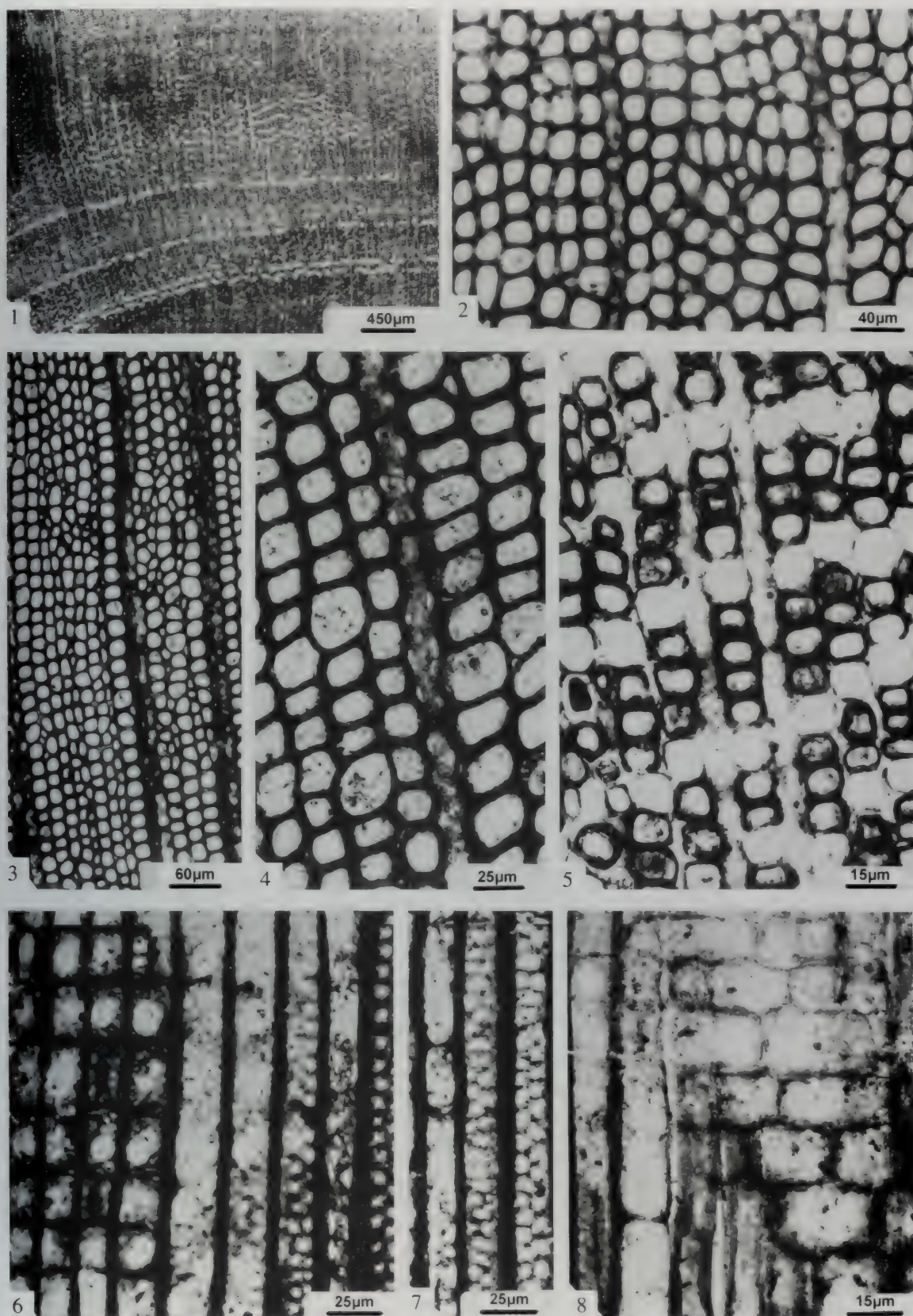
密轮叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon densum* He (图版6-16, 图6-9)

1995 *Phyllocladoxylon densum*, 何德长, 页7, 图版3, 图1-1C

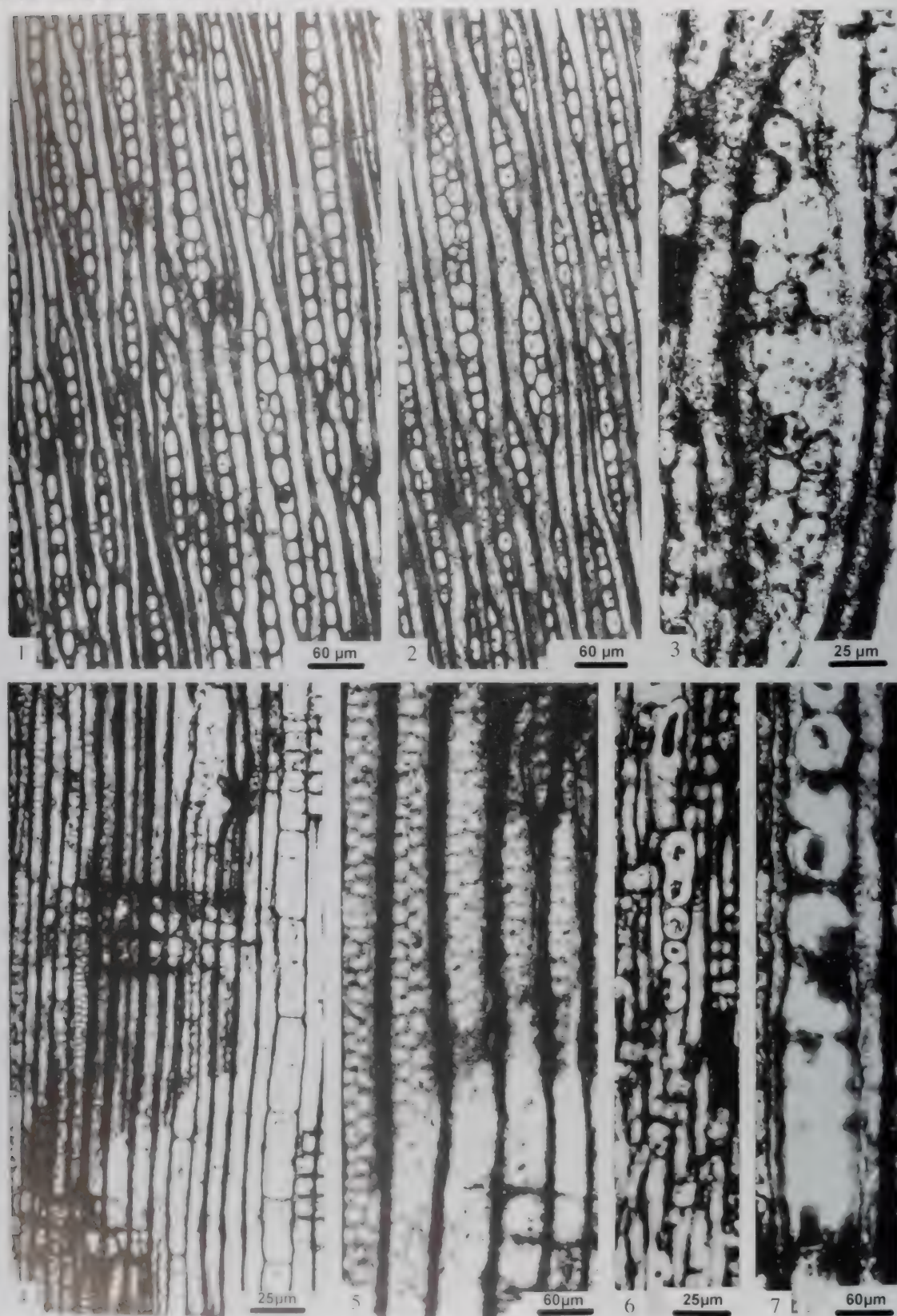
特征：生长轮清楚，很窄，2~6个管胞，晚材管胞径向变窄，壁无明显增厚，早材逐渐过渡到晚材。晚材只有一个管胞。早材管胞径向直径28~40 μm ，弦向直径20~27 μm 。早材管胞壁厚2.5 μm 。管胞在横断面上呈方形。细胞间隙不明显。射线间距4~7个管胞，除纹孔外管胞壁平。管胞径向壁的纹孔单行。具缘纹孔圆形，分离，大小随管胞在生长轮的位置决定，早材的第一个管胞壁上的纹孔最大，往后逐渐缩小，直径大约是管胞径向壁宽度的1/2~2/3，在同一管胞壁上纹孔大小相差1倍。一个窗形纹孔占据整个早材管胞交叉场。眉条不明显。管胞弦向壁缺乏纹孔，射线全由薄壁细胞组成，单列，高1~8个



1 横切面，示管胞形态 $\times 32$ ；2, 3, 5 径切面，示管胞壁上1~2列纹孔 $\times 630$, $\times 100$, $\times 630$ ；7 横切面，示生长轮 $\times 10$ ；4, 6, 9 横切面，示交叉场纹孔 $\times 630$, $\times 400$, $\times 100$ ；8 径切面，示单列射线 $\times 100$ ；10 横切面 $\times 630$ 。

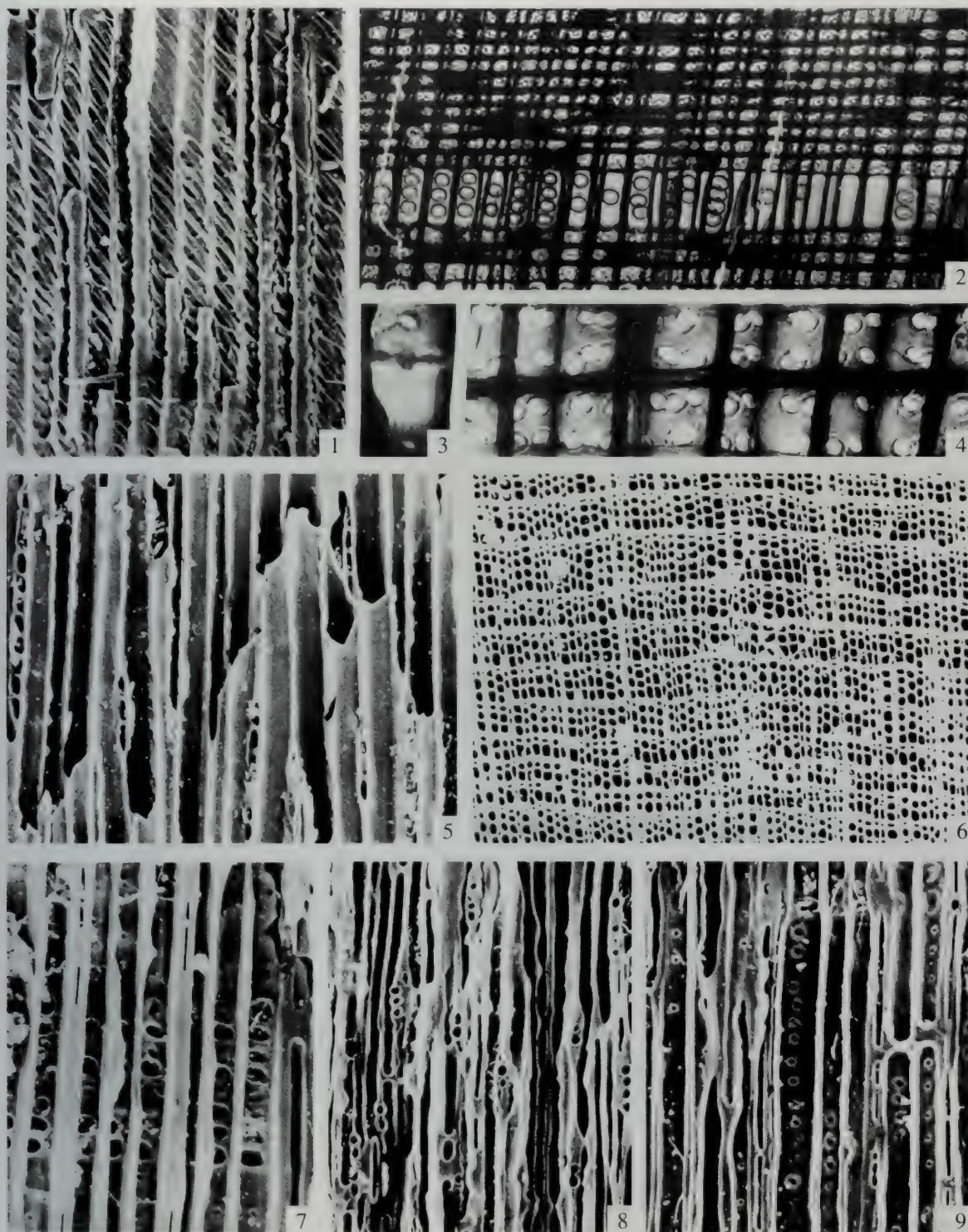
图版6-14 阿普第拉萨木 *Lhasoxylon aptianum* Vozenin-Serra et Pons (引自 Vozenin-Serra et Pons, 1990)

1 横切面，示生长轮；2~5 横切面，示管胞束和射线细胞壁上的纹孔；6~8 径切面，示管胞径壁纹孔、交叉场纹孔和轴向薄壁细胞；



1-3 纵切面，4-5 横切面，6-7 纵切面；4 横切面，示交叉场、径壁纹孔及具纹孔的轴向木薄壁细胞；5 径切面，示交叉场；6-7 纵切面，示具纹孔的轴向木薄壁细胞。

图版6-16 巨大原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon giganteum* He 及
密轮叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon densum* He 等 (引自何德长, 1995)



巨大原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon giganteum* He (图1-5)

1 径切面, 示管胞壁上带状撕裂 $\times 235$; 2 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 140$; 3 径切面, 示木薄壁细胞节状水平壁 $\times 362$; 4 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 430$; 5 弦切面, 示射线 $\times 215$

密轮叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon densum* He (图6-9)

6 横切面, 示生长轮 $\times 67$; 7 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 210$; 8 弦切面, 示射线 $\times 210$; 9 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 210$

胞, 通常1~6个。射线细胞弦向面为圆形, 直径11 μm 。44条/ mm^2 。

产地与层位: 内蒙古自治区鄂温克; 下白垩统伊敏组。

象牙叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon eboracense* (Holden) Krausel (图版6-17, 图4-8)

1995 *Phyllocladoxylon eboracense* (Holden) Krausel, 何德长, 页5, 图版2, 图1-1c; 图版4, 图2; 图版5, 图1, 3

特征: 生长轮清楚, 最后形成的晚材管胞腔径向宽度几乎为零, 壁无明显增厚。晚材狭窄, 仅几个管胞。管胞排列比较规则, 小的管胞径向行通常伸至中途消失。管胞横断面具圆角的方形或横向的矩形。管胞间隙明显。早材管胞径向直径28~35 μm , 弦向直径25~38 μm 。管胞壁厚2 μm , 射线间距13~16个管胞。除纹孔外管胞径向壁平直, 早期的早材管胞径向壁的纹孔比较大, 几乎与管胞径向壁的宽度一致, 圆形、椭圆形, 分离, 很少接触; 晚期的晚材管胞径向壁的纹孔比较小, 直径通常只有管胞径向壁宽度的一半或更少。纹孔单列的, 纹孔口圆形、椭圆形。在早期的早材管胞上内口内含, 在晚期的早材管胞上内口孔通常裂缝形, 浅槽形。木薄壁细胞不存在。眉条局部存在。在早期的早材管胞上一个窗形的纹孔充满交叉场, 在晚期的早材管胞上每一个交叉场有一个倾斜的简单纹孔。射线细胞的壁上无纹孔。射线全由薄壁细胞组成, 高1~20个细胞, 通常3~12个。射线细胞长55~108 μm , 高14~16 μm 。早材和晚材管胞弦向壁有丰富的小纹孔, 散布不规则。25条/ mm^2 射线。

产地与层位: 内蒙古扎鲁特; 下白垩统霍林河组。

海拉尔叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon hailaerense* He (图版6-18)

1995 *Phyllocladoxylon hailaerense*, 何德长, 页6, 图版3, 图2-2a; 图版4, 图1-1c; 图版5, 图4

特征: 生长轮宽3~5 mm, 明显, 晚材管胞径向变窄, 壁明显增厚, 晚材狭窄, 仅几个管胞, 早材逐渐过渡到晚材。管胞排列整齐, 横断面具圆角的方形, 或稍微顺径向延伸, 管胞间的空隙比较明显。早材管胞径向直径20~36 μm , 弦向直径20~30 μm 。在横断面上射线的间距6~13个管胞。除纹孔外管胞壁平或具倾斜的带状的条纹裂缝。管胞壁厚2.5~3 μm 。具缘纹孔单列, 圆形, 分离, 很少双列, 对生, 偶见互生, 直径通常是管胞壁宽度的1/2-1/3。外口孔圆形或椭圆形, 内口孔常外延, 特征是带状增厚明显的管胞大大超过纹孔环, 形成梭形, 方向与条纹的方向一致。眉条不明显。纵向的木薄壁细胞不存在。一个大的单纹孔占据了几乎整个交叉场。射线全由薄壁细胞组成。射线细胞上不具纹孔, 长100~250 μm 。射线高1~20个细胞, 单列, 射线细胞高18~24 μm , 宽12~16 μm 。晚材管胞弦向壁有稀疏的纹孔, 早材管胞弦向壁无纹孔。30条/ mm^2 射线。管胞平均长度3200 μm 。

产地与层位: 内蒙古鄂温克旗, 伊敏矿; 下白垩统, 伊敏组。

新丘叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon xinqiuensis* Cui et Liu (图版6-19)

1992 *Phyllocladoxylon xinqiuensis*, 崔金钟和刘俊杰, 页884, 图版1, 图1-6

特征: 生长轮清楚, 早材带18~26个细胞宽, 管胞截面方形; 晚材带窄, 4~9个细胞, 管胞截面长方形。管胞径向壁上具缘纹孔圆形, 单列, 相互分离或偶尔接触; 弦向壁偶见分散的小的圆形的具缘纹孔。交叉场纹孔窗格状, 1个, 大, 几乎占满整个交叉场。射线单列, 间隔8~16个管胞, 高1~5个细胞, 一般2个, 水平壁和弦向壁光滑。未见树脂道和轴向薄壁组织。

产地与层位: 辽宁阜新; 下白垩统阜新组。

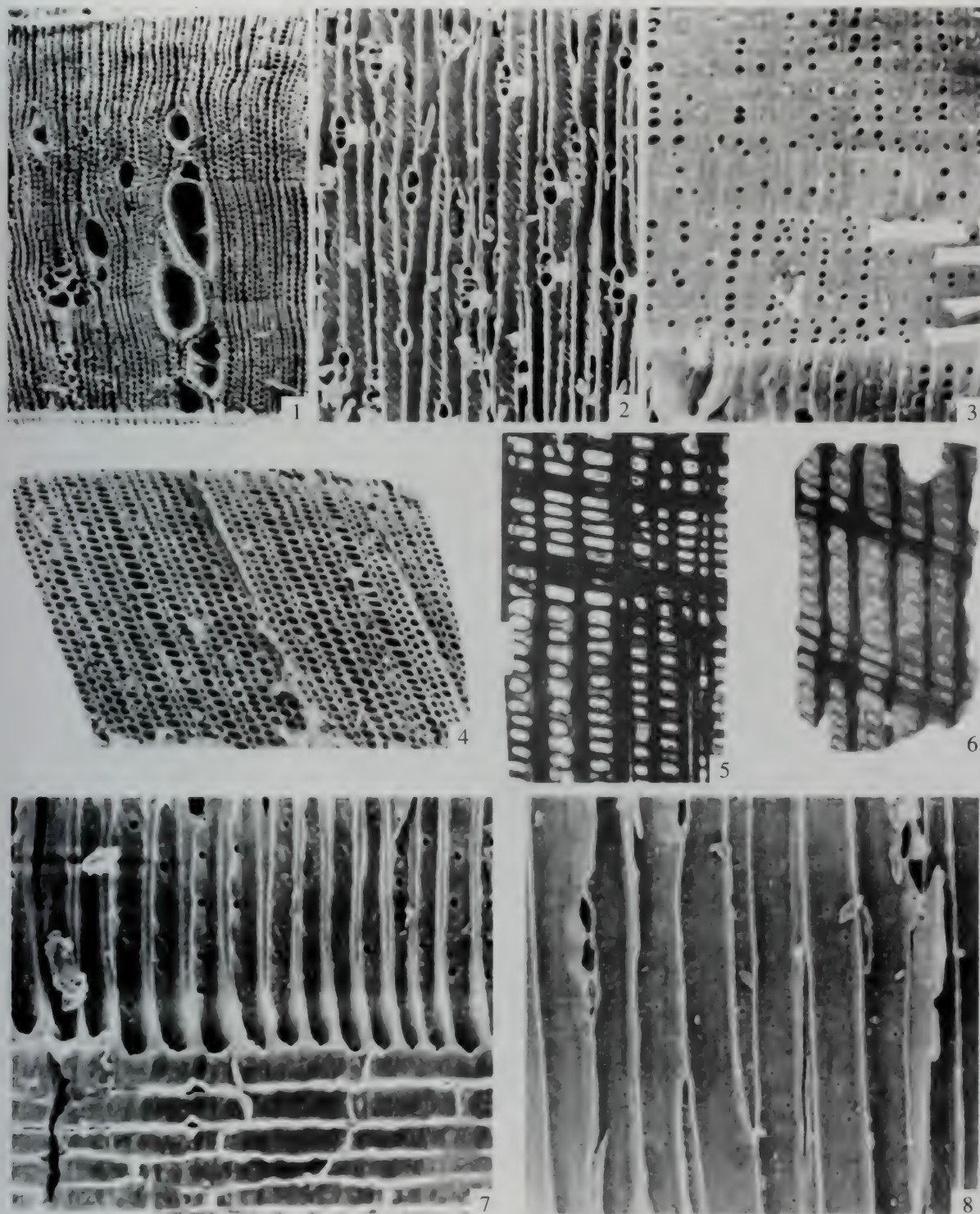
云杉型木属 *Piceoxylon* Gothan 1905

模式种: *Piceoxylon pseudotsugae* Gothan

描述: 具缘纹孔: 管胞径壁纹孔圆形, 单列或多列, 多列时对生, 交叉场纹孔冷杉式; 具正常的水平和垂直的树脂道和厚壁分泌细胞。

分布: 广泛分布。主要分布于: 欧洲, 东亚, 北极和美洲。

图版6-17 伊敏原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon yiminense* He 及
象牙叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon eboracense* (Holden) Krausel (引自何德长, 1995)



伊敏原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon yiminense* He (图1-3)

1 横切面, 示生长轮和气腔 $\times 204$; 2 弦切面, 示射线 $\times 170$; 3 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔 $\times 360$

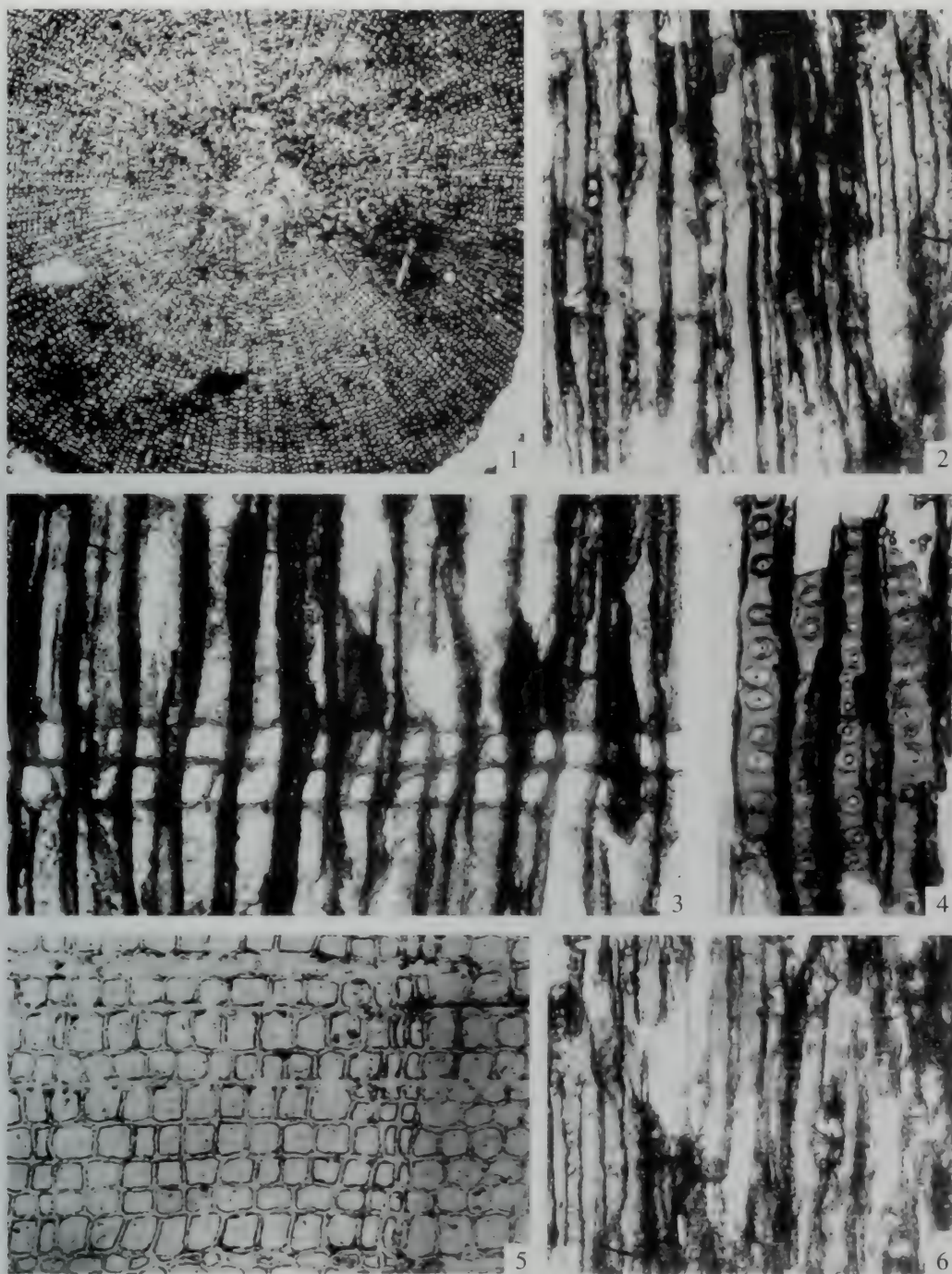
象牙叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon eboracense* (Holden) Krausel (图4-8)

4 横切面, 示生长轮 $\times 80$; 5-6 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 90$, $\times 102$; 7 径切面, 示管胞径壁纹孔和射线 $\times 220$; 8 弦切面, 示射线和管胞弦向壁纹孔 $\times 307$

图版 18 海南岛时疫杉木 *Phyllocladus hainanensis* He (引自何德长, 1995)



1 弦切面, 示管胞壁纹孔和带状增厚 $\times 325$; 2 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 255$; 3 横切面, 示生长轮 $\times 40$; 4 弦切面, 示交叉场纹孔和管胞壁纹孔 $\times 235$; 5 弦切面, 示射线 $\times 130$

图版6-19 新丘叶枝杉型木 *Phyllocladoxylon xinqiuensis* Cui et Liu (引自崔金钟, 1995)

1 横切面，示髓和次生木质部 $\times 30$ ；2, 6 弦切面，示单列低的射线及管胞弦向壁上的纹孔 $\times 125$ ；3 径切面，示交叉场纹孔 $\times 150$ ；4 径切面，示管胞径向壁上的纹孔 $\times 150$ ；5 横切面，示早材和晚材管胞形态及变化 $\times 100$

东北云杉型木 *Piceoxylon manchuricum* Sze (图版6-20, 图5-7)

1951 *Piceoxylon manchuricum*, Sze, 页447, 图版2, 图1; 图版3, 图1-4; 图版4, 图1-4; 图版5, 图1; 插图2A-E

特征: 生长轮明显, 宽窄不一, 界限清楚。管胞径壁具缘纹孔彼此分离, 很少接触, 多为1列, 双列对生。纵向的正常树脂道小, 散生, 具纵向创伤树脂道; 有木薄壁细胞。射线多数单列, 高1~15个细胞, 多为6~8个细胞, 壁不规则加厚; 纺锤射线中具有一个或两个横向树脂道。

产地与层位: 黑龙江鸡西; 上白垩统桦山群。

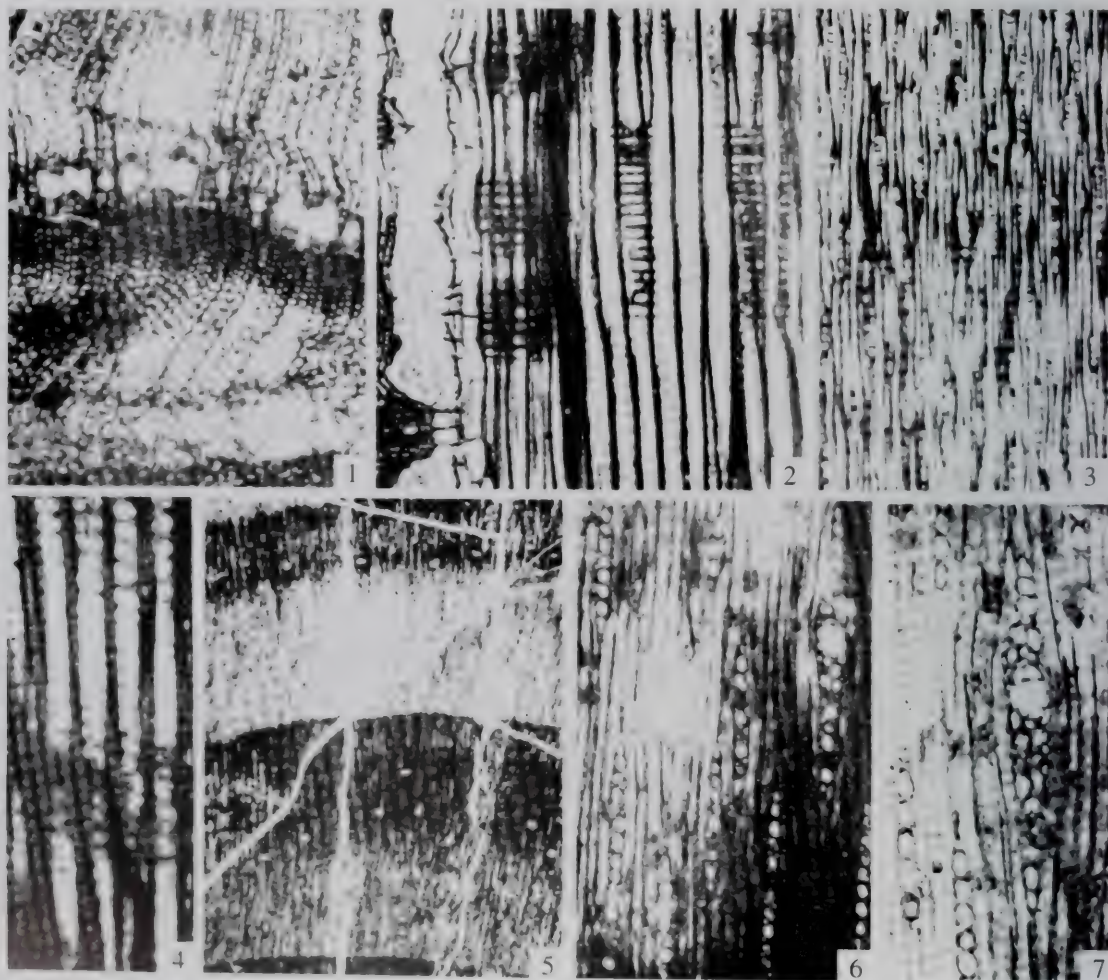
原始云杉型木 *Piceoxylon priscum* He (图版6-21)

1995 *Piceoxylon priscum*, 何德长, 页, 图版, 图

特征: 生长轮界限清楚, 晚材管胞腔径向变窄, 壁明显增厚, 最后形成的晚材管胞腔径向直径几乎为零, 晚材宽5~12个管胞, 早材逐渐过渡至晚材, 生长轮宽1 mm。管胞横断面为四角明显的方形, 排

图版6-20 达科他原始云杉型木 *Protopiceoxylon dakotense* Sze 及

东北云杉型木 *Piceoxylon manchuricum* Sze (引自斯行健等, 1951)

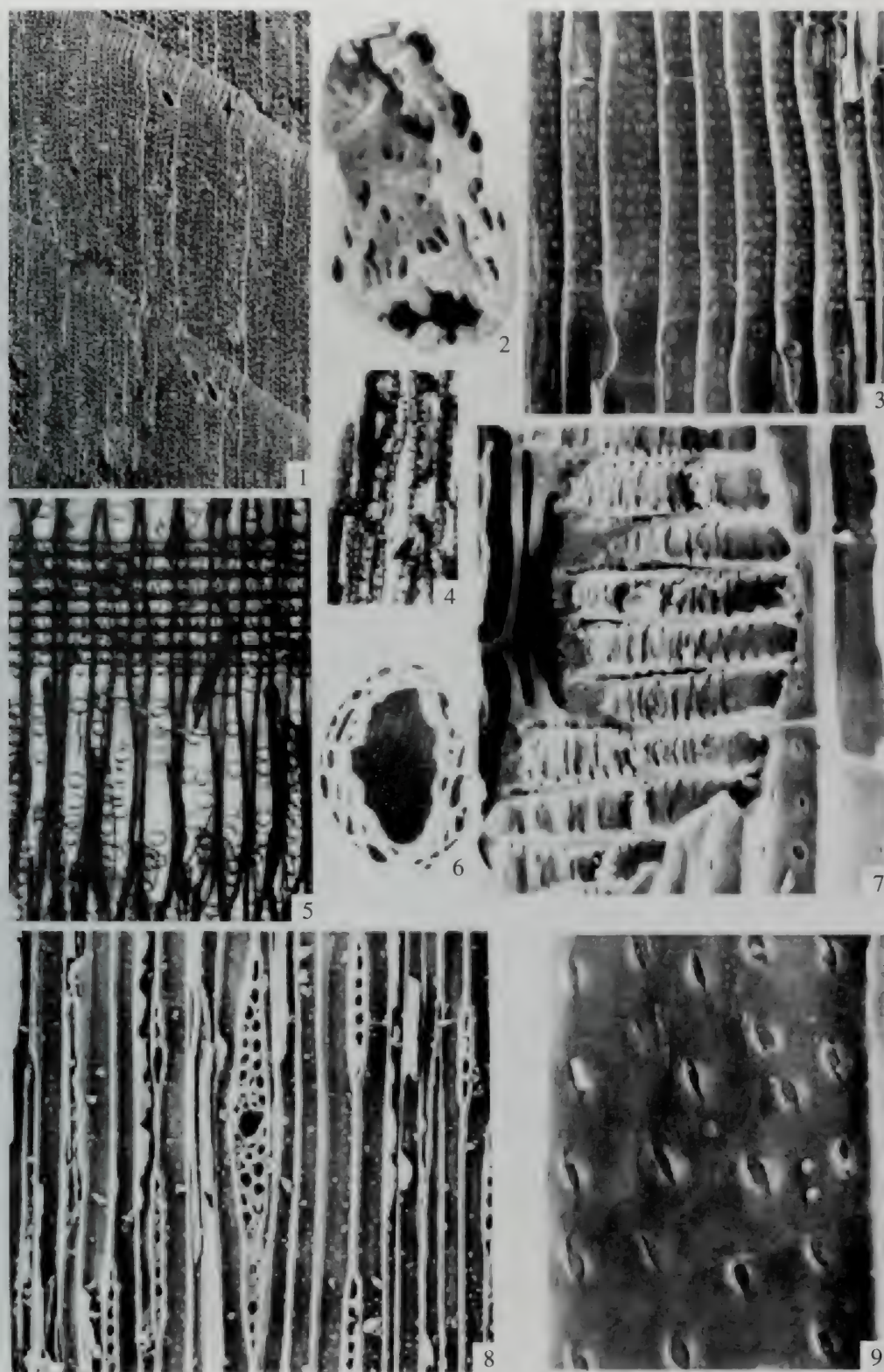


达科他原始云杉型木 *Protopiceoxylon dakotense* Sze (图1-4)

1 横切面, 示生长轮和纵向树脂道 $\times 25$; 2 径切面, 示交叉场和管胞径壁纹孔 $\times 75$; 3 弦切面, 示射线 $\times 30$; 4 横切面, 示管胞壁缘纹孔 $\times 100$ 。

原始云杉型木 *Piceoxylon manchuricum* Sze (图5-7)

5 横切面, 示生长轮, 交叉场和纵向树脂道 $\times 7$; 6 弦切面, 示射线 $\times 100$; 7 弦切面, 示横向树脂道 $\times 100$ 。

图版6-21 原始云杉型木 *Piceoxylon priscum* He (引自何德长, 1995)

1 横切面, 示生长轮 $\times 30$; 2 横切面, 示筛域 $\times 3295$; 3 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 167$; 4 径切面, 示纵向分泌细胞 $\times 145$; 5 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 120$; 6 横切面, 示树脂道的切面 $\times 255$; 7 径切面, 示射线细胞及管胞壁上的横隔 $\times 600$; 8 弦切面, 示射线及横向树脂道 $\times 173$; 9 径切面, 示云杉型纹孔 $\times 1000$

纹孔界，胞间膜极不明显。早材管胞径向直径30~55 μm，弦向直径20~40 μm，早材管胞壁厚1.8~2.2 μm。丰富的树脂道散布在早材至晚材的过渡带，横断面椭圆形至卵圆形，直径50~180 μm，长轴与弦向平行，局部含树脂体，由10~20个分泌细胞组成，胞壁具稠密的纹孔，壁厚4~6 μm。射线间距3~17个管胞。径向管胞径向壁除纹孔外平的，具缘纹孔稍微稀少，主要是单列的，双列的较少，双列对生，偶见星状集群的纹孔，纹孔的直径几乎与管胞壁的宽度一致或占2/3的宽度。管胞具稀疏的横壁。有眉条。木薄壁细胞不存在。射线通常由1~2列横向的管胞形成边界。横向管胞壁除纹孔外平的，径向壁的纹孔较大，直径9 μm，圆形的，口孔椭圆形的，直立的，外壁波状起伏的，射线管胞水平壁和弦向壁无纹孔。交叉场2~6个纹孔，普通3~4个，纹孔缘明显，椭圆的，直立的，倾斜的，直径4 μm，内口孔稍微外延，云杉型或内含。所有的射线细胞壁；有丰富的纹孔，径向壁和水平壁的纹孔是具缘的，弦向壁的纹孔缘不明显，水平壁的纹孔直径1.5~2 μm，水平壁厚2.5 μm。早材和晚材的纵向管胞弦向壁具丰富的小纹孔。射线高1~30个细胞，普通4~20个，无树脂道的射线单列的，具树脂道的射线2~3列，树脂道位于射线中央。水平树脂道在弦向面上近圆形，直径60 μm，大致由8个分泌细胞组成，壁厚2.4~5 μm。射线细胞短，长45~110 μm，高17 μm，宽6 μm。纵向管胞平均长2000 μm。40条/mm²射线。

产地与层位：内蒙古鄂温克；下白垩统伊敏组。

枣刺山云杉型木 *Piceoxylon zaocishanense* Ding (图版6-22)

2000 *Piceoxylon zaocishanense*, Ding, 页210, 图版1, 图1-7

特征：生长轮明显。管胞径壁具缘纹孔圆形，排成单列，纹孔彼此分离。射线有两种，一种单列，高(3~)12~25(~42)个细胞；另一种射线纺锤形，具树脂道。射线细胞的水平壁和弦向壁具冷杉型纹孔。每一交叉场1~2个纹孔，柏木型，偶见松木型纹孔。具纵向和横向树脂道。

产地和层位：辽宁义县；下白垩统义县组。

罗汉松型木属 *Podocarpoxylon* Gothan 1905

模式种：*Podocarpoxylon aparenchymatosum* Gothan

属征：生长轮不明显或明显；管胞径壁具缘纹孔圆形，通常1列，少数2列对生；射线通常1列，偶2列，射线细胞壁较平滑，眉条存在；交叉场纹罗汉松型，有木薄壁细胞，正常树脂道缺乏。

时代与分布：白垩纪；欧洲和亚洲东部。

陆均松型罗汉松型木 *Podocarpoxylon dacrydioides* Cui (图版6-23)

1995 *Podocarpoxylon dacrydioides*, 崔金钟, 页637, 图版1, 图1-5

特征：生长轮明显较宽，晚材由3~6个管胞组成。管胞呈长方形，径向壁具单列、分离的圆形具缘纹孔，偶见双列互生的，分离或相邻；弦向壁具分散的圆形具缘纹孔。交叉场纹孔为罗汉松型，具2个纹孔(1~3个少见)。射线单列，高2~24个细胞。未见树脂道。

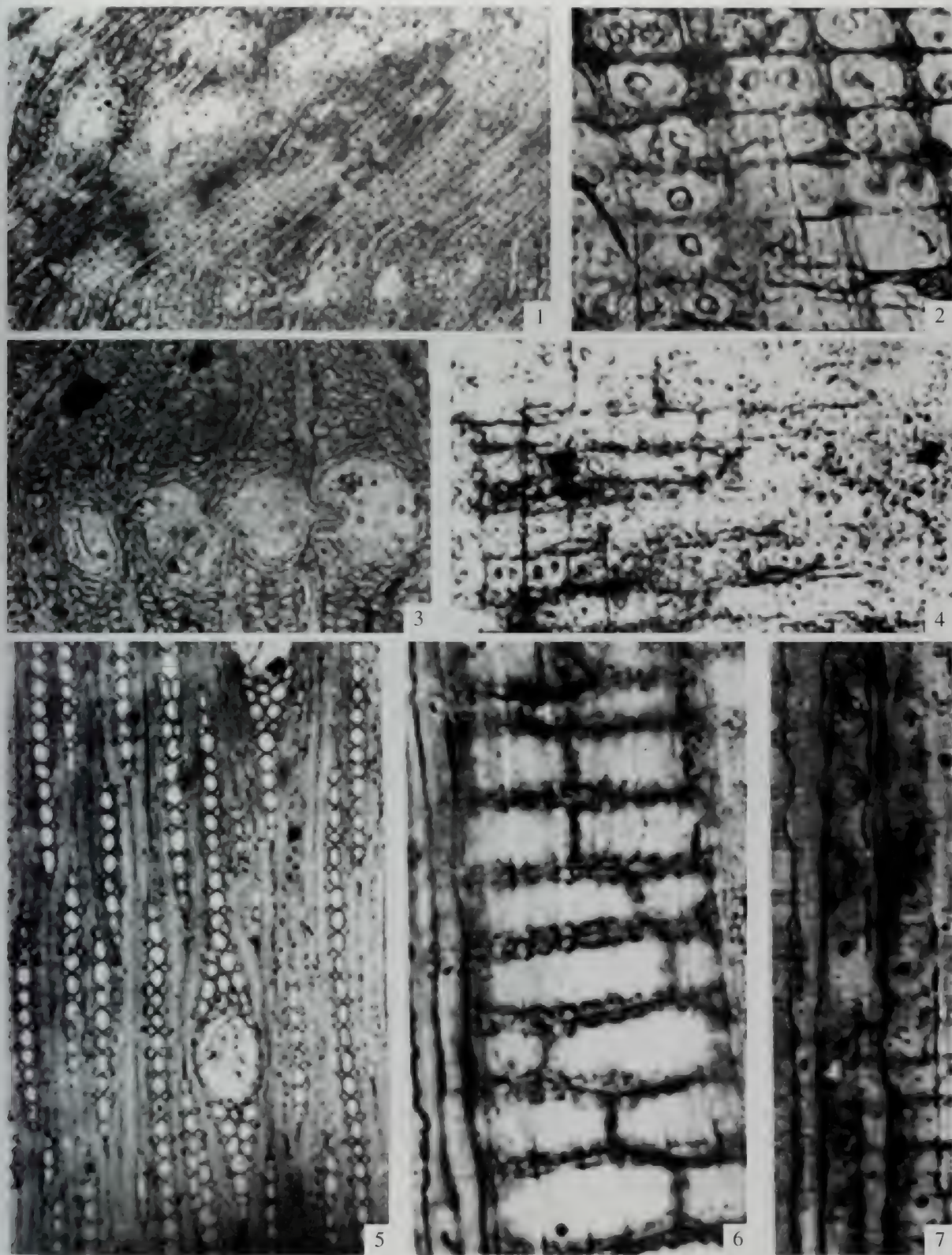
产地与层位：内蒙古霍林河；下白垩统霍林河组。

原始雪松型木属 *Protocedroxylon* Gothan 1910

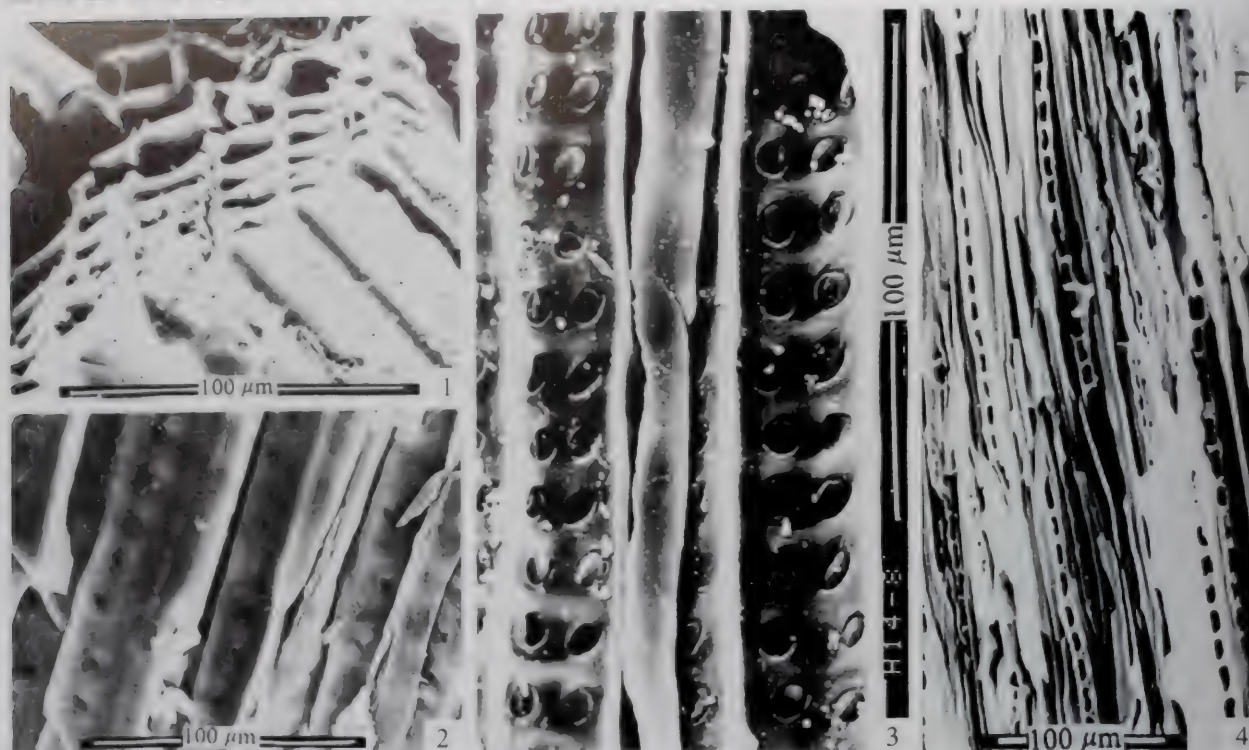
模式种：*Protocedroxylon araucarioides* Gothan

属征：管胞径向壁具南美杉型或罗汉松型纹孔，射线细胞所有的壁都具纹孔(冷杉式)，正常的木材无树脂道。

时代与分布：三叠纪至白垩纪；欧洲，北美，非洲，东亚，大洋洲，北极。

图版6-22 枣刺山云杉型木 *Piceoxylon zaocishanense* Ding (引自丁秋红, 2000)

1 横切面, 示生长轮、轴向正常树脂道和创伤树脂道 $\times 70$; 2 径切面, 示柏木型交叉场纹孔 $\times 350$; 3 横切面, 示创伤树脂道 $\times 175$; 4 径切面, 示冷杉型交叉场纹孔 $\times 350$; 5 弦切面, 示单列射线和具树脂道的纺锤形射线 $\times 70$; 6 径切面, 示节状加厚 $\times 700$; 7 径切面, 示管胞径壁的具缘纹孔 $\times 175$



1 示管胞横切面和弦切面形态及弦向壁上的具缘纹孔；2 径切面，示管胞径向壁上的具缘纹孔；3 径切面，示交叉场纹孔；4 弦切面，示射线的分布、高度和形态。

东方原始雪松型木 *Protocedroxylon orientale* He (图版6-24)

1995 *Protocedroxylon orientale*, 何德长, 页11, 图版10, 图1-1d; 图版12, 图1-1d; 图版14, 图2-2b

特征：生长轮明显，早材逐渐过渡至晚材。管胞横断面具圆角的方形，排列整齐。管胞径向直径 25~31 μm ，弦向直径 20~40 μm 。除纹孔外管胞壁平。管胞径向壁上的具缘纹孔 1~2 列，偶见 3 列，圆形，六角形，分离，紧挤，双列互生，偶见一对纹孔在管胞同一高度。纹孔直径 18~23 μm ，纹孔口内涵。木薄壁细胞和树脂道不存在。射线全由薄壁细胞组成。所有射线细胞壁具小纹孔，至少径向壁和水平壁的纹孔都是具缘的，边上的射线细胞外壁波状。射线细胞长 35~70 μm 。交叉场 2~5 个纹孔，通常 2~4 个，2~3 个排成一横排，4~5 个排成两横排，椭圆的，平卧，倾斜。纹孔缘窄，内口孔内涵，稍微外延（云杉型），直径 3.5~5 μm 。口孔直径 2.5~4 μm 。水平壁纹孔直径 2 μm ，口孔直径 1.2 μm 。春材和秋材管胞弦向壁具丰富的纹孔，圆形，直径 12 μm ，口孔直径 2 μm 。射线高 1~30 个细胞，单列。管胞平均长 2600 μm 。

产地与层位：内蒙古扎鲁特；早白垩世霍林河组

原始柏型木属 *Protocupressinoxylon* Eckhold 1922

模式种：*Protocupressinoxylon cupressoides* (Holden) Eckhold

属征：径向管胞纹孔原始松式。交叉场纹孔柏木型，很少有落羽杉式或罗汉松式。射线细胞壁无纹孔。木薄壁组织有时存在，树脂道缺乏。

时代与分布：二叠纪至白垩纪；欧洲，北美及亚洲

高山原始柏型木 *Protocupressinoxylon mishanense* Zheng et Zhang (图版6-25)

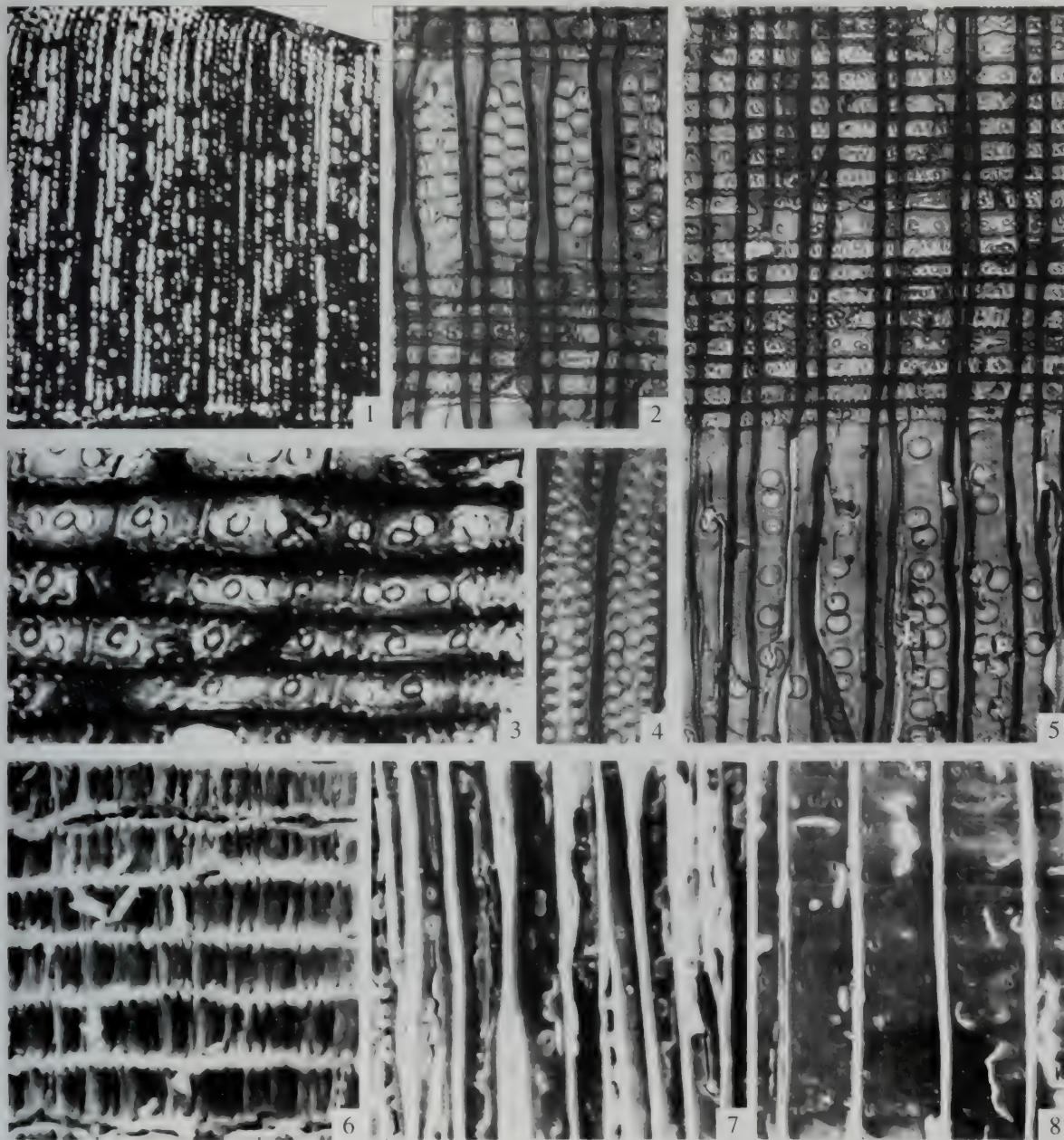
1995 *Protocupressinoxylon mishanense*, 郑少群, 页30, 图版28, 图1~11

特征：生长轮明显，早材与晚材之间为渐变过渡关系；管胞横切面为4~6边形或长

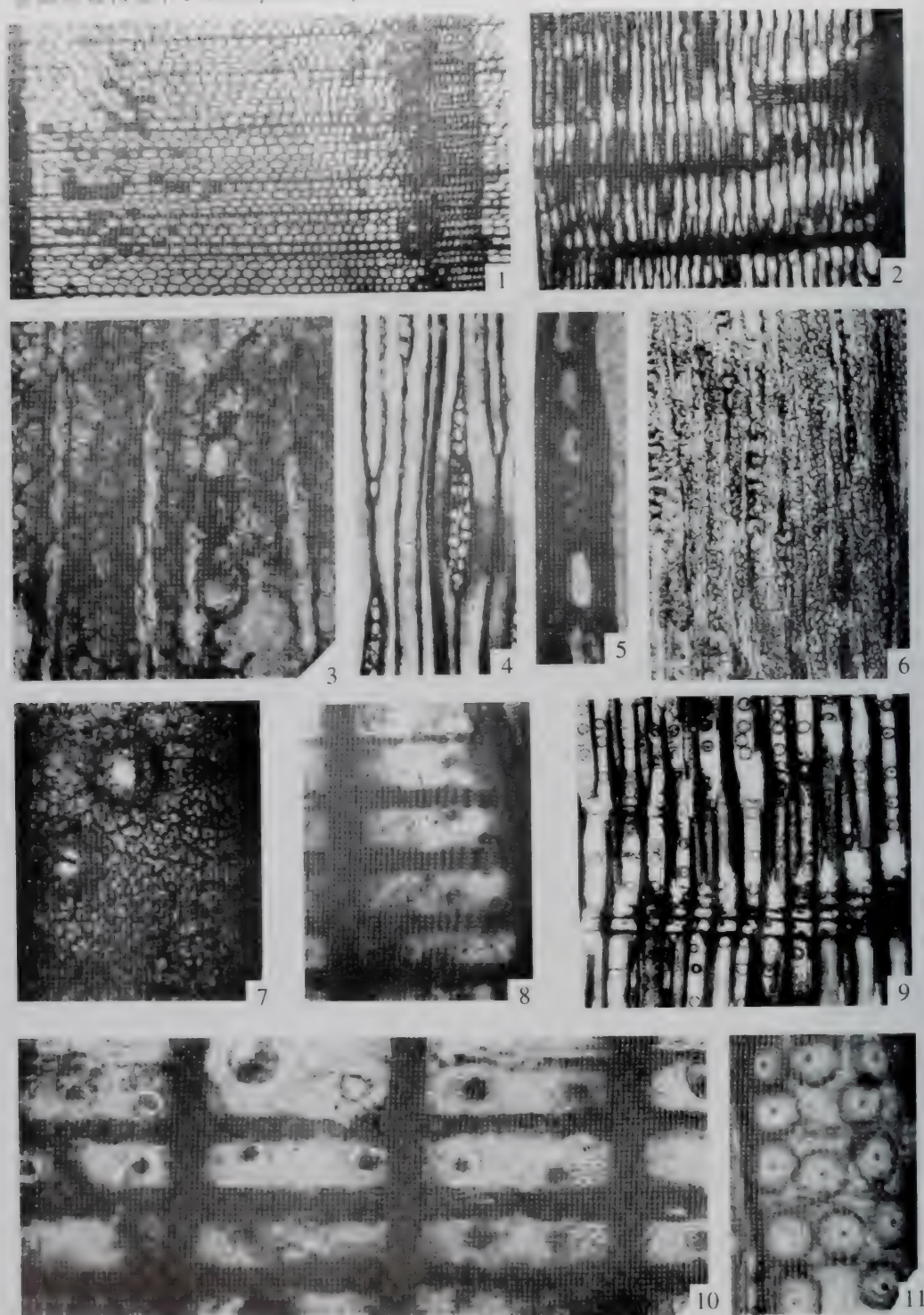
椭圆形，每隔4~7个管胞有射线一条。管胞大小为 $40 \sim 60 \mu\text{m} \times 50 \sim 70 \mu\text{m}$ 。管胞径向壁具圆形纹孔常仅为一列，但彼此之间距离多变；管胞末端偶见2或3列，多数纹孔彼此分离，少数互相接近，2~3列者彼此在一个水平线上，对生，肩条偶见，孔口圆形，常被黑色物质充填。弦壁射线单列，偶双列，多数为5~12细胞高，个别的仅1~2个，多者可达30个细胞，射线细胞为椭圆形，表面见小孔。交叉场射线细胞的横壁及端壁均见孔，每个交叉场内纹孔3个，多数2个，横列，孔口内常为黑色物质充填。无树脂道和木薄壁组织。

产地与层位：黑龙江密山；下白垩统，城子河组。

图版6-24 东方原始雪松型木 *Protocedroxylon orientale* He (引自何德长, 1995)



1 横切面，示生长轮 $\times 40$ ；2 径切面，示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔 $\times 156$ ；3 径切面，示交叉场纹孔 $\times 514$ ；4 径切面，示管胞径壁纹孔 $\times 146$ ；5 径切面，示管胞径壁纹孔和交叉场纹孔 $\times 156$ ；6 径切面，示冷杉式射线 $\times 500$ ；7 弦切面，示射线 $\times 320$ ；8 径切面，示交叉场纹孔 $\times 290$

图版 25 密山黄杉木 *Protocupressinoxylon mishanense* Zheng et Zhang

1 横切面，示生长轮 $\times 32$ ；2 径切面，示早、晚材及髓线 $\times 32$ ；7, 9, 11 径切面，示管胞径壁的具缘纹孔 $\times 100$, $\times 100$, $\times 400$ ；3, 6 弦切面，示管胞壁上不规则的网纹加厚 $\times 400$, $\times 100$ ；4 弦切面，示双列纹孔 $\times 100$ ；5 弦切面，示射线细胞壁上的小孔 $\times 400$ ；8, 10 径切面，示交叉场纹孔及髓射线细胞壁横壁上的纹孔 $\times 400$, $\times 800$ 。

原始水松型木属 *Protoglyptostroboxylon* He 1995模式种: *Protoglyptostroboxylon giganteum* He

属征: 管胞径向壁的纹孔南洋杉型或罗汉松型, 交叉场纹孔水松型, 射线细胞所有的壁无纹孔, 木薄壁细胞丰富, 水平壁具纹孔。树脂道和射线管胞不存在

时代与分布: 早白垩世晚期至晚白垩世早期; 中国东北及俄罗斯西西伯利亚

巨大原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon giganteum* He (图版6-16, 图1-5; 图版6-26)

1995 *Protoglyptostroboxylon giganteum*, 何德长, 页8, 图版5, 图2-2c; 图版6, 图1-1c; 图版8, 图1-1d

特征: 生长轮明显, 宽0.6 mm, 晚材管胞径向稍微变窄, 管胞壁稍微增厚。管胞横断面径向延伸成具圆角的直角形, 排列不规则, 一些小的管胞靠近或楔入大的管胞径向行中, 胞间隙明显, 有些几乎与小的管胞无区别。早材管胞径向直径14~20 μm , 弦向直径14~16 μm 。晚材管胞径向直径4~7 μm 。早材管胞壁厚2 μm 。射线间距4~10个管胞。除纹孔外管胞壁平或具带状的条纹增厚, 条纹与水平轴成45°角。在管胞径向壁上具缘纹孔丰富, 单列, 接触或分离, 稍分离的更多, 圆形、椭圆形, 偶见一个或几个紧挤的互生纹孔。纹孔的直径几乎与管胞壁的宽度一致。外口孔圆形, 内口孔内含或外延, 尤其是在条纹化的管胞上极大地超过纹孔环。眉条不存在。木薄壁细胞丰富, 散布在整个生长轮内, 单个的, 2~3个弦向排列, 长60~130 μm , 径向直径约8~14 μm , 弦向直径20~37 μm , 径向壁和弦向壁具单纹孔, 水平壁串珠状。每一交叉场1~2个纹孔, 2个并排的, 在边上的细胞2~4个, 4个两两重叠; 纹孔卵圆形, 短椭圆形。晚材管胞一个更加倾斜的纹孔; 纹孔缘非常狭窄, 水松型, 内口孔内含或外延, 外延的方向与条纹方向一致。射线全由薄壁细胞组成, 所以的射线细胞均无纹射线细胞长70~130 μm 。早材管胞弦向壁无纹孔, 晚材管胞弦向壁具稀少的纹孔。射线高1~18个细胞。射线细胞高14~16 μm , 宽6~8 μm , 弦向面为直立的椭圆形。80条/ mm^2 射线, 管胞平均长1600 μm 。

产地与层位: 内蒙古自治区鄂温克; 下白垩统伊敏组。

伊敏原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon yiminense* He (图版6-17, 图1-3; 图版6-27)

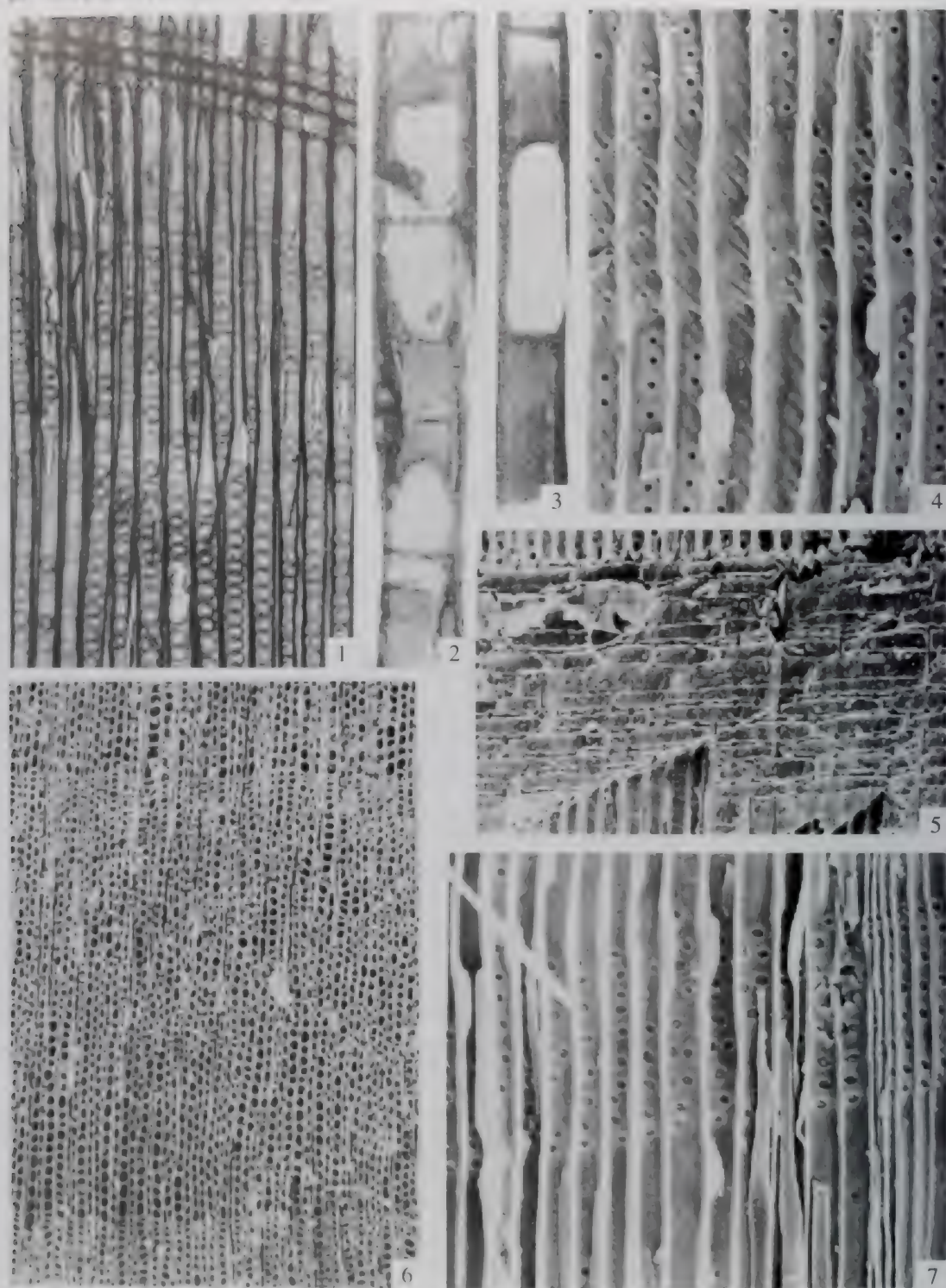
1995 *Protoglyptostroboxylon yiminense*, 何德长, 页9, 图版1, 图3; 图版2, 图5; 图版7, 图1-1f; 图版8, 图2-2a, 4-4a; 图版9, 图2

特征: 生长轮明显, 宽0.3 mm, 晚材管胞径向变窄, 管胞壁无明显增厚。管胞的横断面为具圆角的横向的矩形至六角形, 排列不规则, 大部分的径向行伸至中途管胞逐渐变小消失。胞间隙明显, 局部的树干具有大量的气腔, 长轴直径40~230 μm , 短轴直径40~118 μm , 长轴顺径延伸, 与射线细胞的胞间隙连通, 有的射线细胞增大成为气腔。早材管胞径向直径11~25 μm , 早材管胞壁厚2 μm 。射线间距2~8个管胞。除纹孔外管胞壁平或带状, 或具条纹状裂隙。在管胞径向壁上具缘纹孔多, 单列, 圆形, 接触或分离, 稍分离的具多, 纹孔直径与径向壁宽度一致或几乎一致。内口孔内含或外延, 与条纹方向一致, 眉条不存在。木薄壁细胞丰富, 含类脂体, 径向和弦向壁具单纹孔, 水平壁节状。射线全由薄壁细胞组成。射线细胞的壁无纹孔, 长30~90 μm 。交叉场1~2个纹孔, 直径4~7 μm , 2个通常重叠的, 边上的细胞有时多达5个, 椭圆形、圆形, 纹孔缘窄, 水松型, 内口孔内含或外延。晚材或晚期形成的早材管胞弦向壁具纹孔。木薄壁细胞散布在整个生长轮内, 单个的或2~3个沿弦向排列的, 长100~170 μm , 弦向直径33 μm 。射线高1~7个细胞, 通常1~3个, 单列。射线高10~16 μm , 宽6~10 μm 。弦向面为椭圆形、圆形。射线细胞间隙特别明显, 有些射线细胞侧边的两个空隙增大到相互接触, 酷似双列射线, 120条/ mm^2 , 管胞平均长800 μm 。

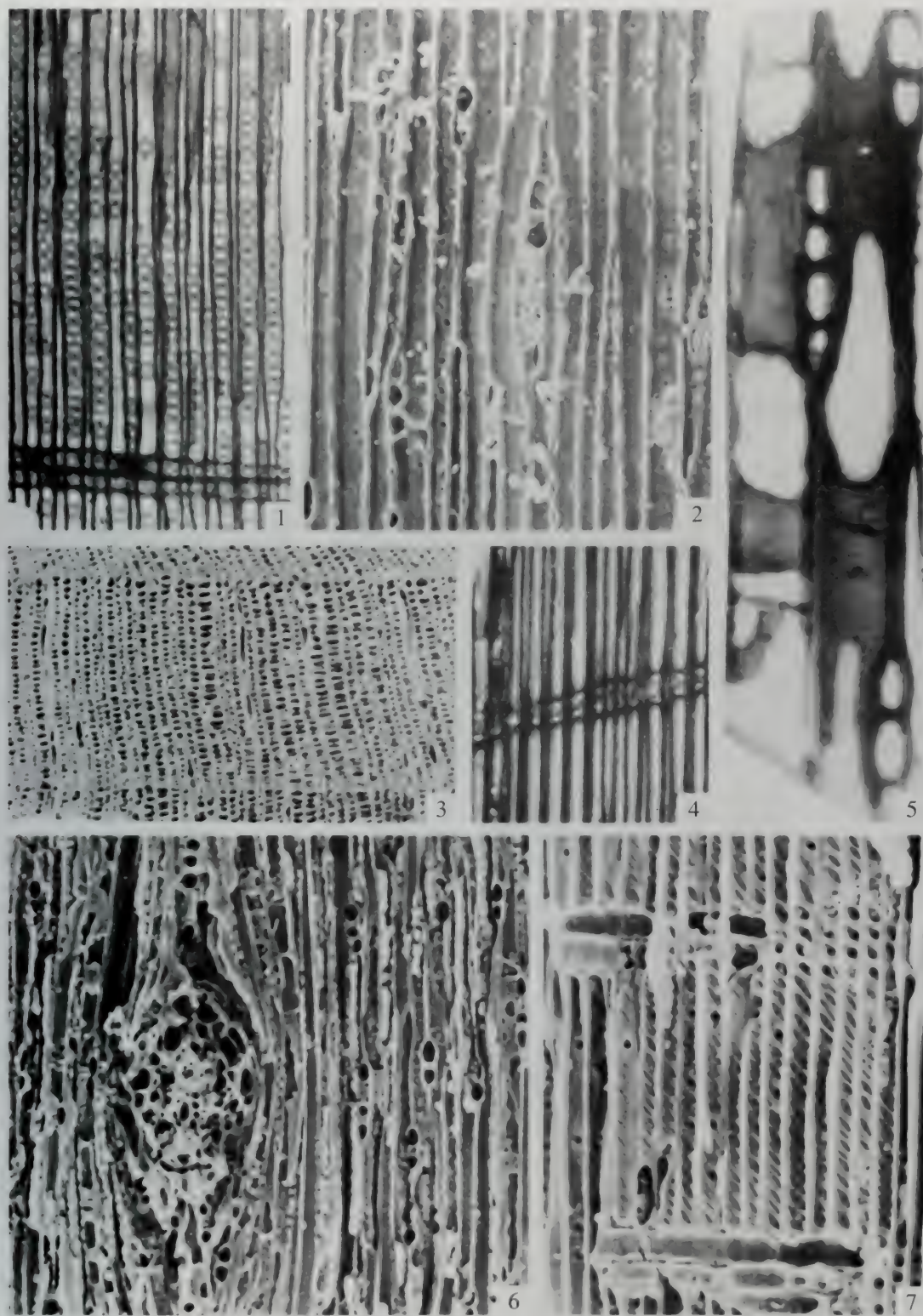
产地与层位: 内蒙古鄂温克旗, 伊敏矿; 下白垩统, 伊敏组。

原始叶枝杉型木属 *Protophyllocladoxylon* Kräusel 1939模式种: *Protophyllocladoxylon leuchsi* Kräusel

图版 26 大果拟松柏型木 *Protoglyptostroboxylon giganteum* He (引自何德长, 1995)



1 径切面, 示管胞径壁 $\times 164$; 2-3 示木薄壁细胞节状水平壁 $\times 362$; 4 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 330$; 5 径切面, 示射线细胞内壁 $\times 150$; 6 横切面, 示生长轮 $\times 120$; 7 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 314$

图版6-27 伊敏原始水松型木 *Protoglyptostroboxylon yiminense* He (引自何德长, 1995)

1 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 150$; 2 弦切面, 示射线 $\times 365$; 3 横切面, 示生长轮 $\times 95$; 4 径切面, 示木薄壁细胞 (左侧) $\times 226$; 5 弦切面, 示木薄壁细胞水平壁节状 $\times 380$; 6 弦切面, 示发达的射线 $\times 350$; 7 径切面, 示径壁纹孔和交叉场 $\times 350$

显明，管胞间壁具缘纹孔为南洋杉型或原始松式，交叉场纹孔1个，稀2个，具有占优势的或多或
 清晰的斜向伸长轴的椭圆形或宽卵形纹孔

时代与分布：二叠纪至白垩纪；南、北半球

弗兰肯叶枝杉型木 *Protophylocladoxylon franconicum* Vogellehner (图版6-28, 图2-6)

1966 *Protophylocladoxylon franconicum*, Vogellehner, 页311, 图版27, 图1-4; 图版28, 图1

2000 *Protophylocladoxylon franconicum*, Ding, 页212, 图版3, 图2-6

特征：生长轮明显。管胞径向壁具缘纹孔单列，相互接触，略压扁或圆形、椭圆形，纹孔未布满管胞壁。木射线单列，偶尔双列，高2~8(~19)个细胞。交叉场单纹孔一个，偶而2个；纹孔大型，在早材中呈水平椭圆形或略斜，晚材中略呈圆形。无木薄壁组织。

产地与层位：辽宁义县；下白垩统义县组。

海州原始叶枝杉型木 *Protophylocladoxylon haizhouense* Ding (图版6-29, 图1-5)

2000 *Protophylocladoxylon haizhouense*, 丁秋红等, 页285, 图版2, 图5-6; 图版3, 图1-4

特征：生长轮清楚。木射线单列，偶双列或部分双列，单列者常3~6个细胞高。弦向管胞具缘纹孔圆形，较小，分离。径向管胞具缘纹孔单列，扁圆形相互接触。早材交叉场纹孔1~2个，斜椭圆形，充满整个交叉场；晚材交叉场纹孔常1个。木薄壁细胞丰富，细胞内常有菌类物质存在。

产地与层位：辽宁阜新；下白垩统阜新组。

原始云杉型木属 *Protopiceoxylon* Gothan 1907

模式种：*Protopiceoxylon extinctum* Gothan

属征：生长轮明显或不太明显，管胞径壁纹孔单列或双列，射线单列，交叉场纹孔2~4个，冷杉型，木薄壁细胞不存在，具纵向树脂道并有横向创伤树脂道。

时代与分布：晚侏罗世至第三纪；北半球。

黑龙江原始云杉型木 *Protopiceoxylon amurense* Du (图版6-30, 图1-9)

1982 *Protopiceoxylon amurense*, 杜乃正, 页384, 图版2, 图1-9

1997 *Protopiceoxylon amurense*, 王如峰等, 图版2, 图10, 11, 14-16

特征：生长轮清楚，早材至晚材为略急变。管胞径壁具缘纹孔1~2，2列时对生，圆形或椭圆形。交叉场纹孔主要为杉木型，柏木型偶见，每个交叉场有2~4个纹孔，水平排列成1行。眉条偶见。轴向木薄壁组织丰富，呈散排列，横壁平滑或微具节状加厚，内有树脂状物质填充。射线一般单列，彼此间隔2~12个管胞，高3~50(多为12~29)个细胞；水平壁纹孔明显，端壁节状加厚显著。具轴向的正常树脂道和创伤树脂道。

产地与层位：黑龙江嘉荫；上白垩统嘉荫群。

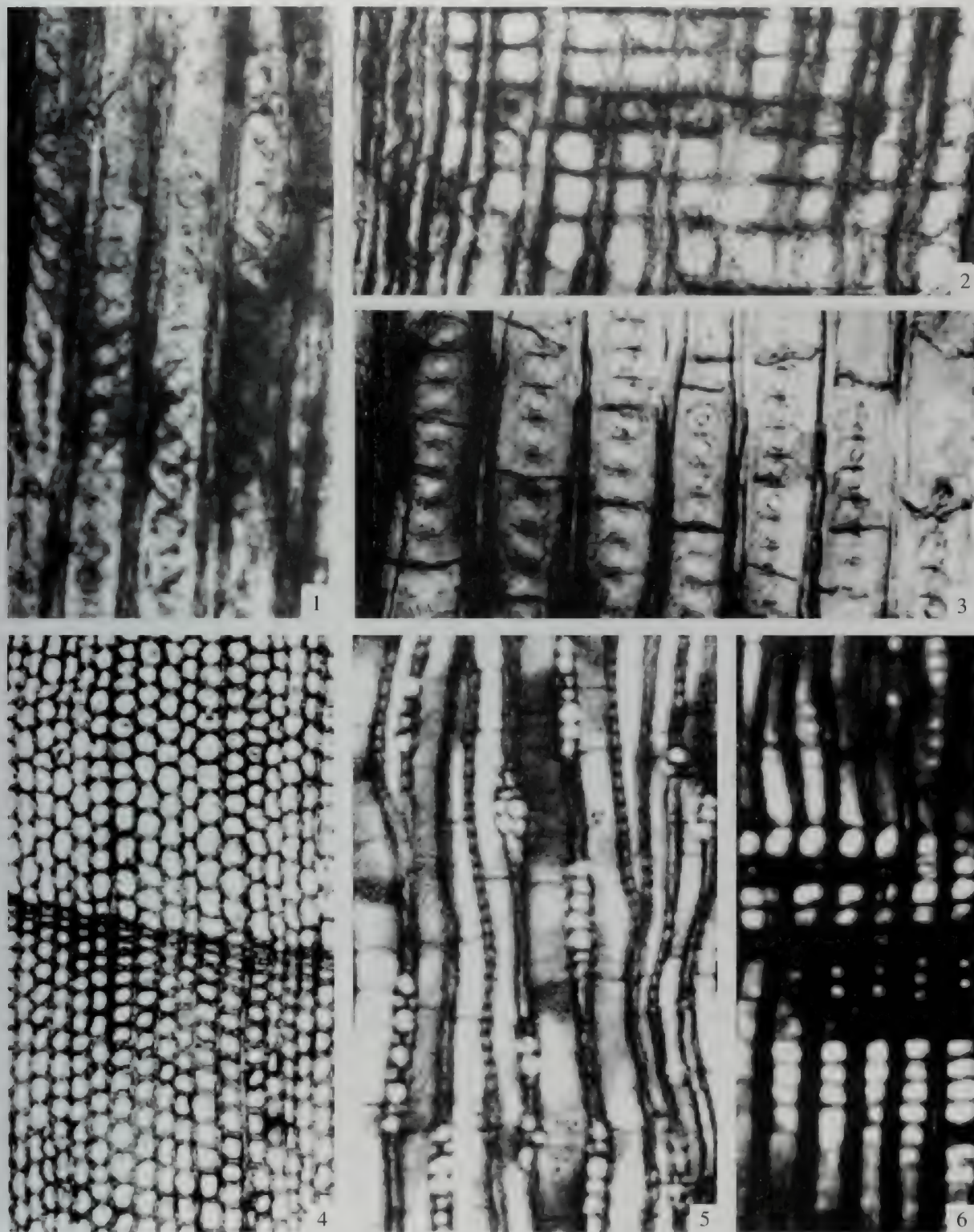
朝阳原始云杉型木 *Protopiceoxylon chaoyangense* Duan (图版6-6, 图1-3)

2000 *Protopiceoxylon chaoyangense*, 段淑英, 页208, 图1-3

特征：生长轮清楚，具不规则分布的纵向树脂道。早材宽，管胞截面为多边形或正方形；晚材窄，仅3~4个细胞，管胞截面为长方形，壁厚。早材至晚材为渐变。管胞壁上有单列或双列(偶尔多列)具缘纹孔，彼此分离的常为圆形，较大；相互接触的常为椭圆形，双列纹孔多为对生，也有互生排列的。交叉场内有时有1~6个(多为1~2个)小孔。射线多，有黑色物质填充，截面椭圆形或圆形，单列或双列，高2~13个细胞，宽为8~12个。

产地与层位：辽宁朝阳、义县；下白垩统沙海组。

图版6-28 金刚山原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon jingangshanense* Ding 及
 弗兰肯原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner (引自丁秋红, 2000)



金刚山原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon jingangshanense* Ding

1 径切面, $\times 350$; 示管径向壁上的次生螺旋状加厚;

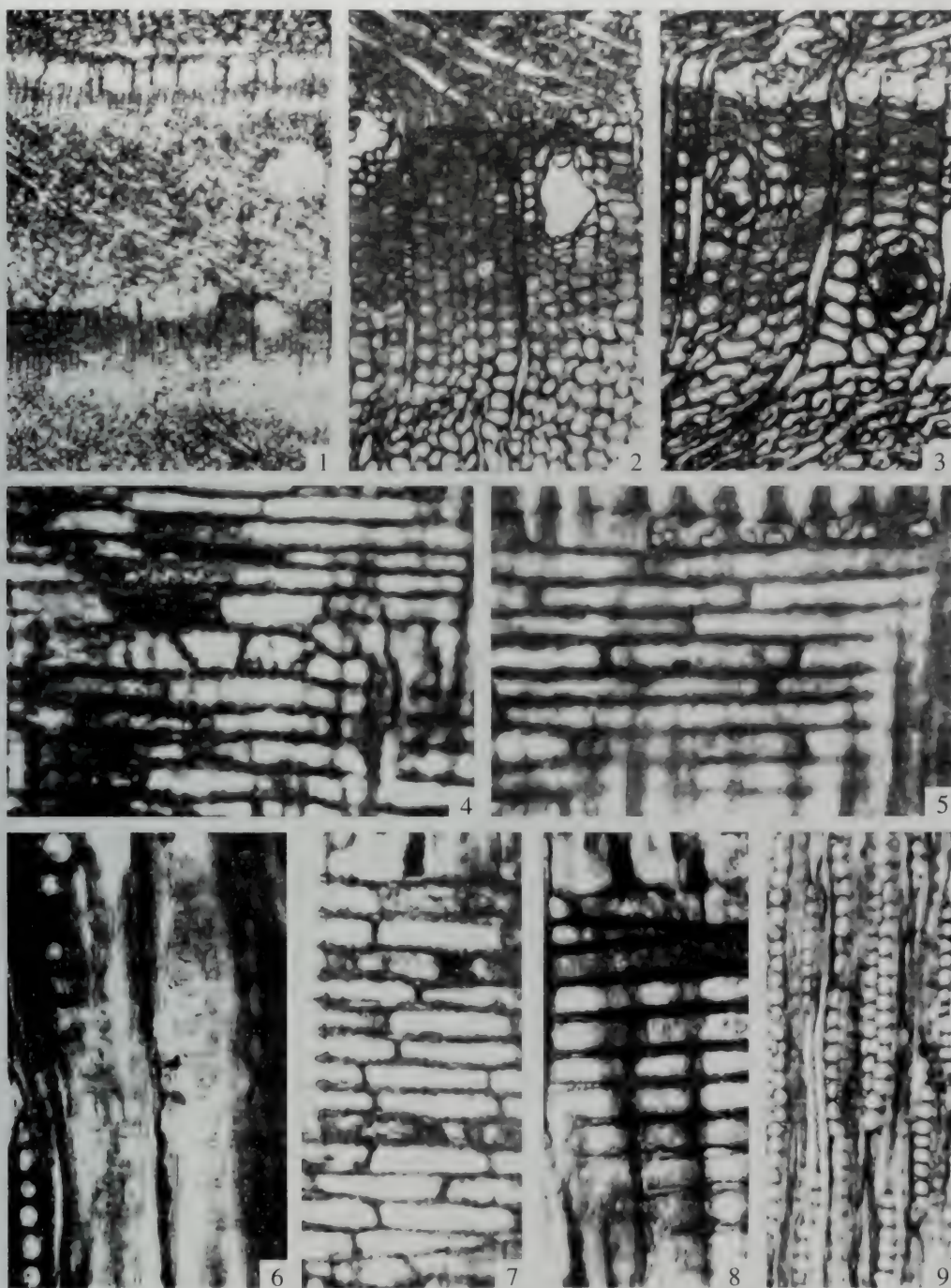
弗兰肯原始叶枝杉型木 *Protophyllocladoxylon franconicum* Vogellehner

2, 6 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 350$; 3 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 350$; 4 横切面, 示生长轮 $\times 75$; 5 弦切面, 示木射线 $\times 175$

图版6-29 海州常绿针叶树类植物 *Protophyllocladoxylon haizhouense* Ding

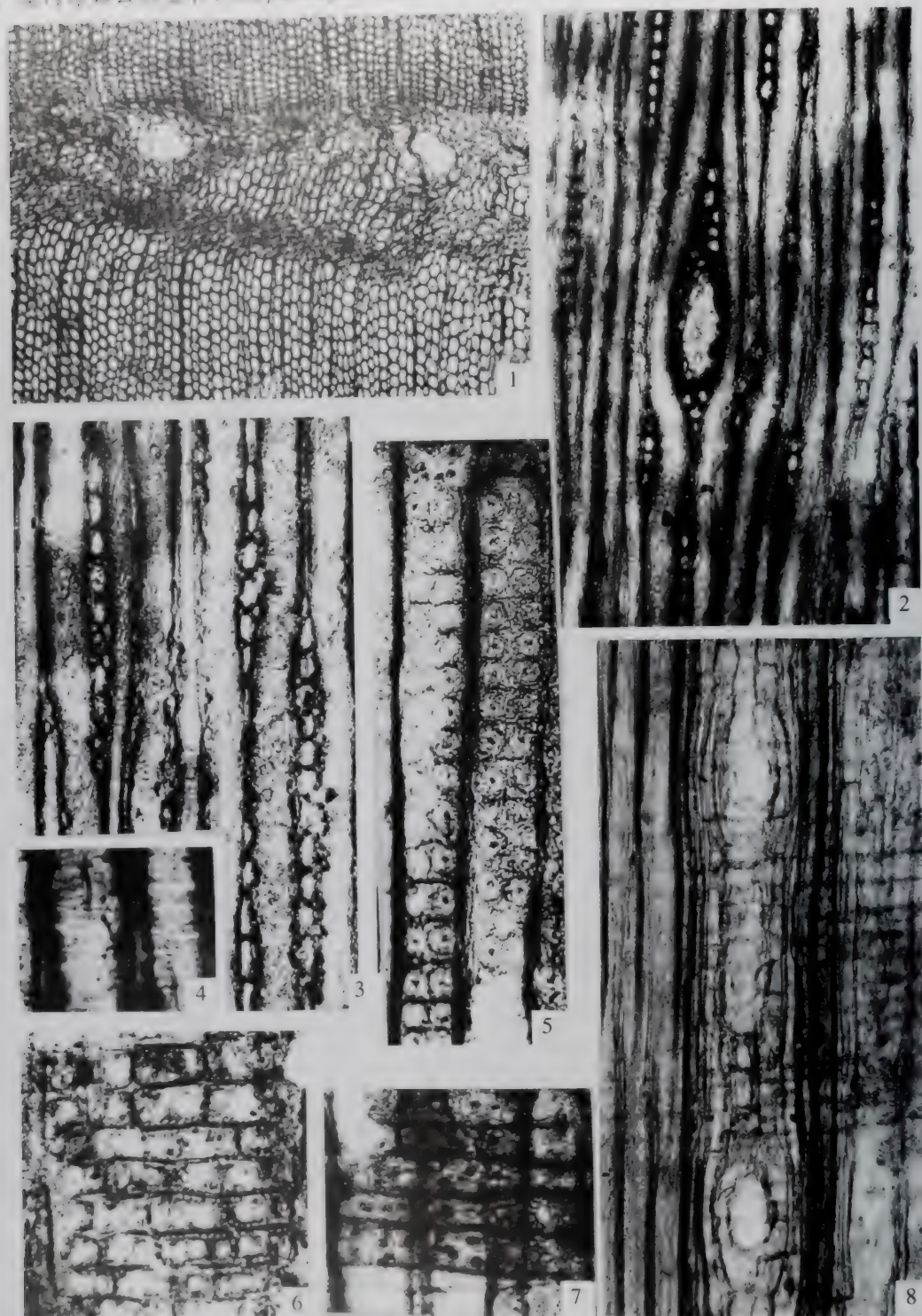


1 横切面，示生长轮 $\times 68$ ；2 弦切面，示木射线 $\times 175$ ；3 弦切面，示木射线和管胞弦向壁上小而分散的具缘纹孔 $\times 350$ ；4 径切面，示交叉场纹孔 $\times 175$ ；5 径切面，示管胞径向壁具缘纹孔 $\times 175$

图版6-30 黑龙江原始云杉型木 *Protopiceoxylon amurense* Du (引自杜乃正, 1982)

1 横切面, 示生长轮、轴向创伤树脂道和正常树脂道 $\times 30$; 2 横切面, 示管胞和正常轴向树脂道 $\times 90$; 3 横切面, 示轴向树脂道及侵填体 $\times 90$; 4 径切面, 示射线细胞弦壁节状加厚 $\times 180$; 5 径切面, 示射线细胞内的晶状充填物 $\times 180$; 6 径切面, 示管胞径壁纹孔及眉条 $\times 360$; 7 径切面, 示射线细胞横壁纹孔和边缘细胞外壁波浪形 $\times 180$; 8 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 180$; 9 弦切面, 示木射线 $\times 90$ 。

图版 31 贵州黄松云杉型木 *Protopiceoxylon mohense* Ding (引自丁秋红, 2000)



1 横切面, 示生长轮、轴向正常树脂道 $\times 68$; 2 弦切面, 示木射线、横向创伤树脂道及纺锤形木射线 $\times 175$; 3 弦切面, 示木射线形态、三角形胞间隙及弦向壁纹孔 $\times 350$; 4 径切面, 示径向次生梯纹加厚 $\times 700$; 5 径切面, 示径向管胞具缘纹孔对生和眉条 $\times 350$; 6 径切面, 交叉场纹孔松木型及射线细胞水平壁具斜形纹孔 $\times 350$; 7 径切面, 示交叉场纹孔松木型 $\times 700$; 8 径切面, 示径向创伤树脂道 $\times 68$

达科他原始云杉型木 *Protopiceoxylon dakotense* Sze (图版6-20, 图1-4)

1963 *Protopiceoxylon dakotense*, 斯行健等, 页330, 图版112, 图1-4, 插图62

特征: 生长轮清楚, 管胞横切面方形。管胞径向壁具缘纹孔圆形, 彼此分离或微接触, 单列或双列, 偶尔3列, 多列时对生, 偶互生, 交叉场纹孔2~4个; 晚材管胞弦向壁纹孔小而圆, 单行分离, 偶尔双列; 有眉条。射线单列, 偶尔局部双列, 高1~24个细胞, 射线薄壁细胞横壁具孔, 有横向薄壁组织。具正常的纵向树脂道并具横向创伤树脂道。

产地与层位: 辽宁本溪; 早白垩世大明群。

漠河原始云杉型木 *Protopiceoxylon mohense* Ding (图版6-31)

2000 *Protopiceoxylon mohense*, 丁秋红, 页206, 图版1, 图1-8

特征: 生长轮明显, 早材带宽, 晚材带窄, 每轮宽 (250~) 550~800 (~1200) μm 。早、晚材带呈渐变关系。径向管胞具缘纹孔1~2列; 1列时圆形或分离; 2列时对生或偶互生。木射线单列, 或偶纺锤形。弦向管胞壁具纹孔。交叉场纹孔1~3个, 为简单的圆形纹孔, 松木型。木薄壁组织缺乏。具正常、创伤轴向树脂道和创伤横向树脂道。

产地与层位: 黑龙江漠河; 下白垩统九峰山组。

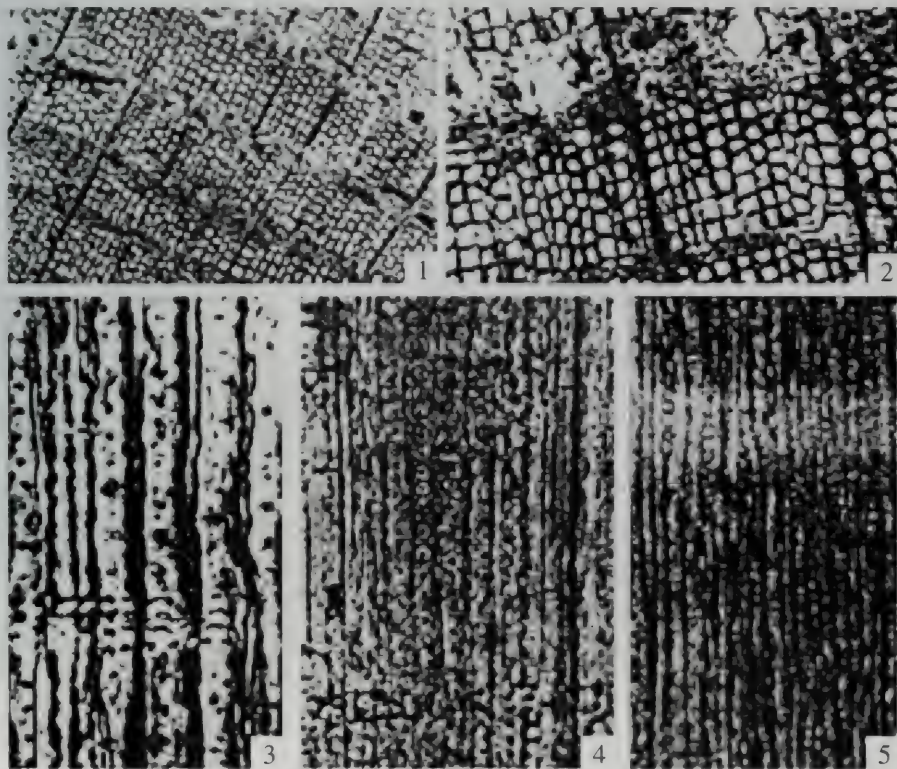
宜州原始云杉型木 *Protopiceoxylon yizhouense* Duan et Cui (图版6-32)

1995 *Protopiceoxylon yizhouense*, Duan 等, 页166, 图版1, 图1-9

特征: 生长轮明显, 宽窄不一, 早材至晚材的变化为渐遍类型。管胞径壁纹孔排列稀疏, 单列。每交叉场有2~3 (~5) 个圆形纹孔, 冷杉型。木射线单列, 高2~10 (16) 个细胞。具轴向树脂道。

产地与层位: 辽宁义县; 下白垩统沙海组。

图版6-32 宜州原始云杉型木 *Protopiceoxylon yizhouense* Duan et Cui (引自Duan et al., 1995)



1-2 横切面, 示生长轮和树脂道 $\times 80, \times 400$; 3-4 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 800, \times 760, \times 800$; 5 弦切面, 示单列射线 $\times 400$

原始罗汉松型木属 *Protopodocarpoxyton* Kräusel 1949

模式种: *Protopodocarpoxyton bedfordense* (Stopes) Kräusel

属征: 径向管胞具缘纹孔南洋杉式或原始松式。交叉场纹孔小, 多数为1~4个, 小且具缘或单纹孔, 孔口纵向或斜向; 木射线薄壁细胞端壁及水平壁均不具孔。木薄壁组织有时存在, 树脂道缺乏。

时代与分布: 三叠纪至白垩纪; 欧洲, 亚洲。

装饰原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxyton arnatum* Zheng et Zhang (图版6-33)

1982 *Protopodocarpoxyton arnatum*, 郑少林, 张武, 页331, 图版29, 图1-10

特征: 生长轮明显, 早材和晚材宽度近等, 彼此连续过渡; 径向壁上有圆形或椭圆形的具缘纹孔3列, 纹孔单列时排列疏松, 2~3列时横向明显, 有眉条; 纹孔口为圆形或椭圆形, 有的具充填物。晚材管胞壁加厚, 横切面为扁圆形, $20 \sim 30 \mu\text{m} \times 35 \sim 40 \mu\text{m}$, 径向壁具单列的具缘纹孔, 圆形或椭圆形, 纹孔口或其边缘有时为撕裂状, 通过纹孔口的斜向裂缝而使管胞壁呈现似罗纹加厚的现象。射线单列, 高为1~20个细胞, 多数为5~9个细胞, 射线细胞弦向切面为长椭圆形、圆形, 表面常具简单小孔, 细胞大小为 $12.5 \mu\text{m} \times 12.5 \mu\text{m} \sim 25 \mu\text{m}$ 。交叉场射线细胞的横壁及端壁均具小孔, 每个交叉场内杉木型纹孔3~9个, 多数1~3个, 1~3列, 多为2列。不具正常树脂道及木薄壁组织。

产地与层位: 黑龙江密山; 下白垩统桦山群。

金刚山原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxyton jingangshanense* Ding (图版6-28, 图1; 图版6-34, 图1-7)

2000 *Protopodocarpoxyton jingangshanense*, Ding, 页211, 图版2, 图1-7, 图版3, 图1

特征: 生长轮明显。管胞径壁纹孔圆形, 分离; 有时扁圆形而相互接触; 单列; 有螺旋状增厚。管胞弦向壁上具1~2列纹孔, 单列时圆形分离, 双列时不规则互生。射线单列, 高5~10个细胞; 射线细胞水平壁和端壁平滑。交叉场纹孔杉木型, 松木型纹孔或云杉型纹孔偶见; 每一交叉场有1~4个纹孔, 多为2个。无树脂道。

产地与层位: 辽宁义县; 下白垩统义县组。

洛隆原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxyton lalongense* Vozenin-Serra et Pons (图版6-35)

1990 *Protopodocarpoxyton lalongense*, Vozenin-Serra 和 Pons, 页119, 图版4, 图4-8; 图版5, 图1-3

特征: 生长轮不明显; 管胞横切面圆形为主, 少数呈方形、多边形, 大小约 $36 \sim 85 \mu\text{m} \times 35 \sim 64 \mu\text{m}$, 壁厚8 μm , 晚材细胞四边形, 大小 $24 \sim 55 \mu\text{m} \times 9 \sim 44 \mu\text{m}$, 壁厚12 μm 。射线单列, 偶尔双列, 高1~14个细胞, 射线薄壁细胞弦切面四边形, 每毫米内有9条。管胞径壁具缘纹孔单列为主, 纹孔圆形, 相互分离或接触; 双列时对生或互生; 交叉场纹孔南洋杉型, 每一交叉场7~15个, 排成2~4列。无纵向薄壁组织。

产地与层位: 西藏洛隆; 下白垩统。

东方原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxyton orientale* Vozenin-Serra (图版6-9, 图1-3)

1969 *Protopodocarpoxyton orientale*, Serra, 页7, 图版6, 图1-4; 图版7, 图1-5; 图版8, 图1-4; 图版9, 图1-4

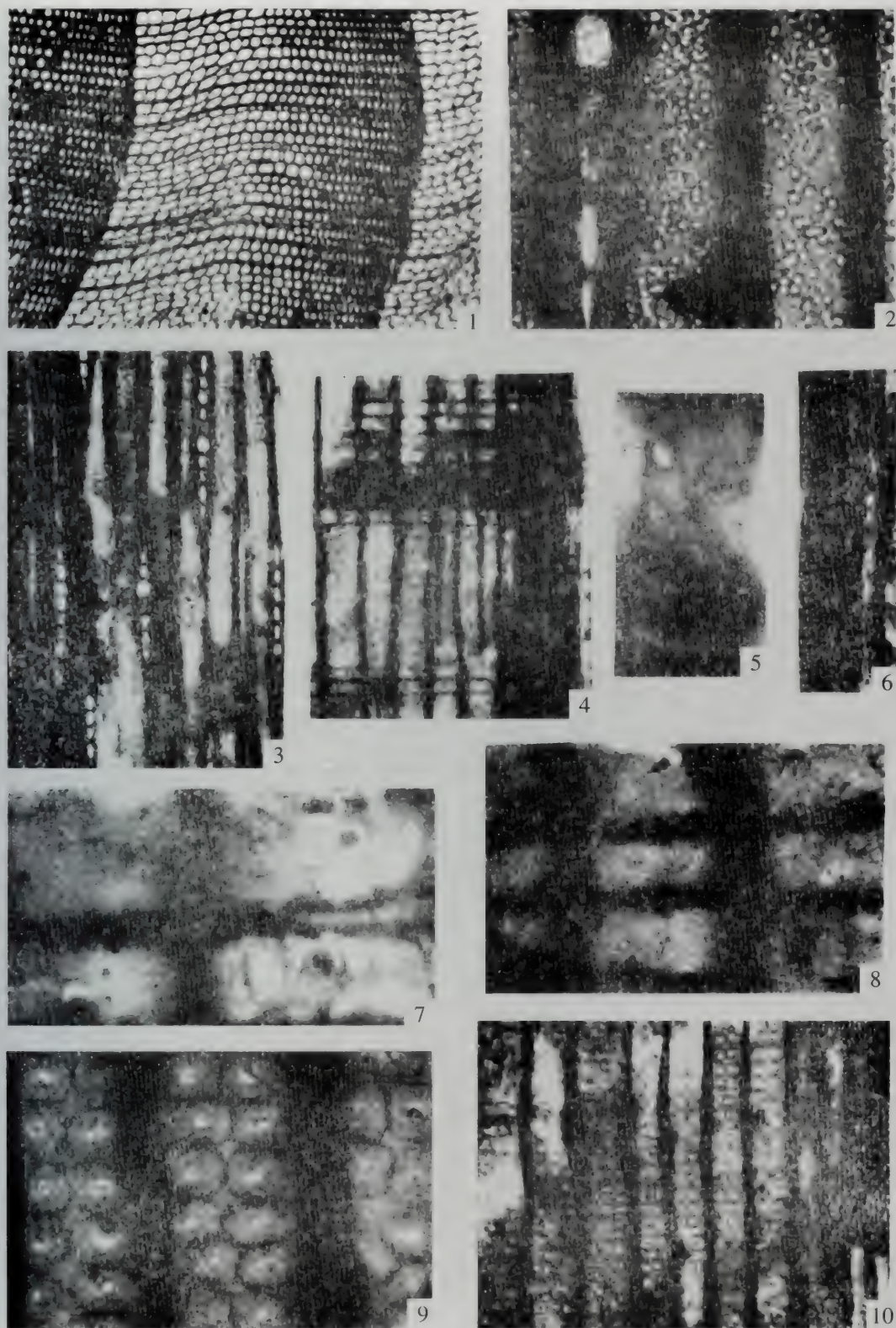
1990 *Protopodocarpoxyton orientale*, Vozenin-Serra and Pons, 页117, 图版5, 图4-6; 图版6, 图1

特征: 生长轮不明显, 管胞横切面四边形为主, 大小为 $60 \sim 80 \mu\text{m} \times 44 \sim 80 \mu\text{m}$, 壁厚4~8 μm 。射线通常单列, 高2~18个细胞, 弦切面四边形。管胞径壁具缘纹孔1~2列, 纹孔圆形或略扁圆形, 双列时对生或略互生, 排列紧密; 交叉场纹孔南洋杉型, 每一交叉场9~15个纹孔, 多角形, 互生排列。无纵向薄壁细胞。

产地与层位: 西藏林周; 下白垩统。

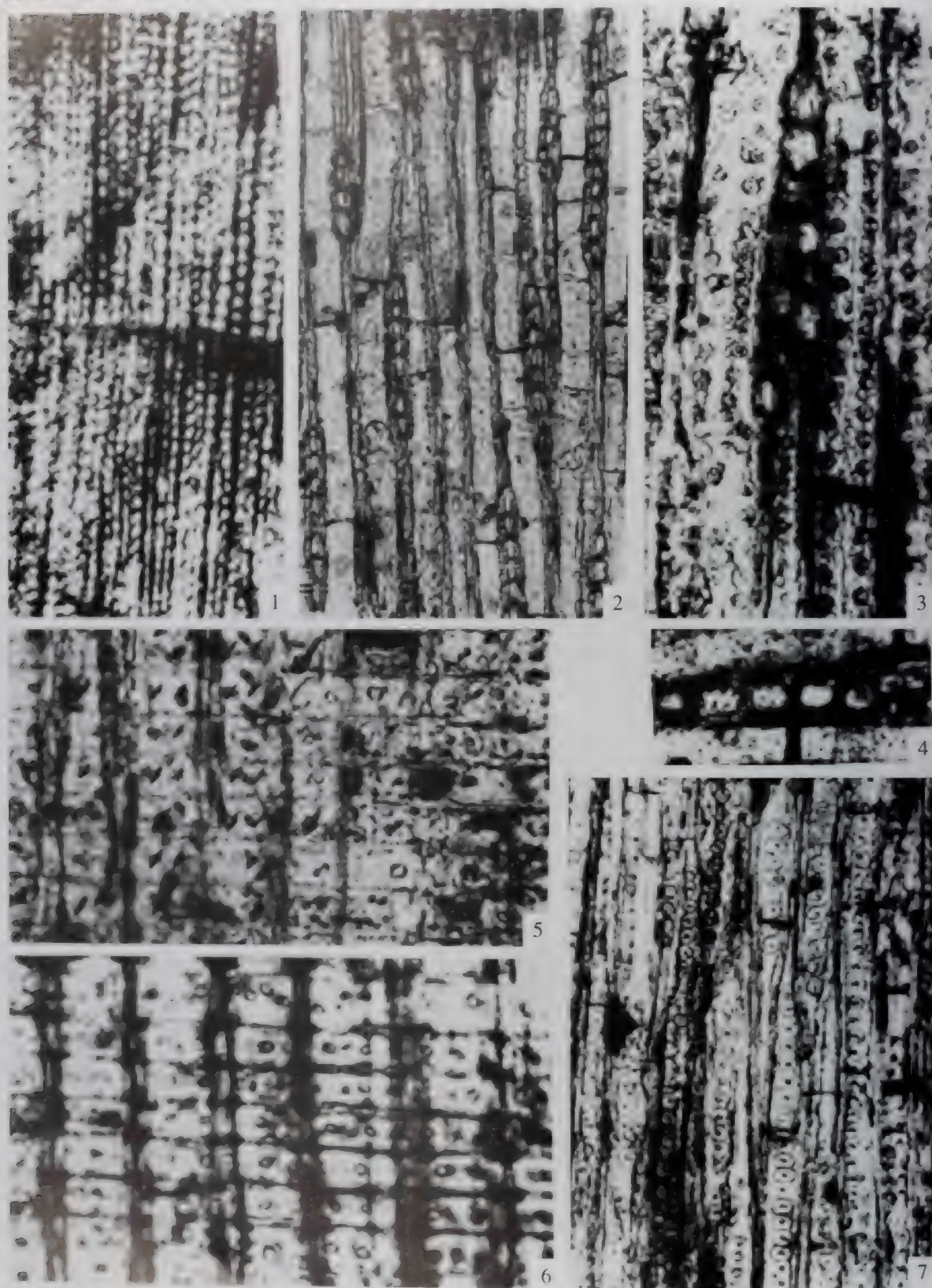
原始金松型木属 Genus *Protosciadopityoxylon* Zhang, Zheng, Ding

模式种: *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng, Ding

图版6-33 装饰原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon arnatum* Zheng et Zhang

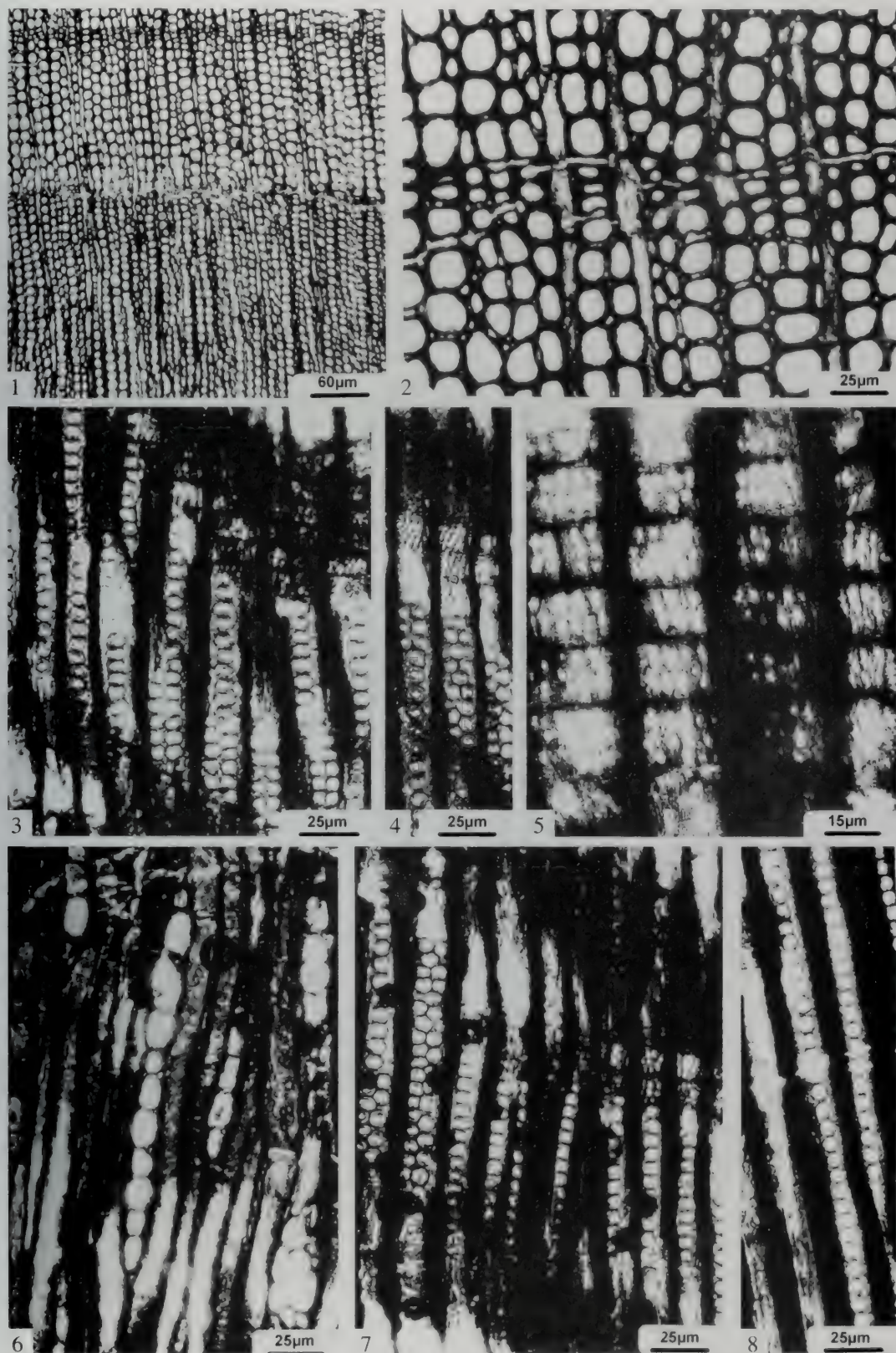
1 横切面，示生长轮 $\times 32$ ；2~3 弦切面，示射线及管胞壁上的颗粒状纹饰 $\times 400$ ， $\times 100$ ；4~8 径切面，示交叉场纹孔及射线薄壁细胞壁孔 $\times 100$ ， $\times 630$ ， $\times 100$ ， $\times 630$ ， $\times 400$ ；9~10 径切面，示管胞纹孔 $\times 400$ ， $\times 100$

图版634 贵州山罗松型木 *Protopodocarpoxylon jingangshanense* Ding (引自Ding, 2000)



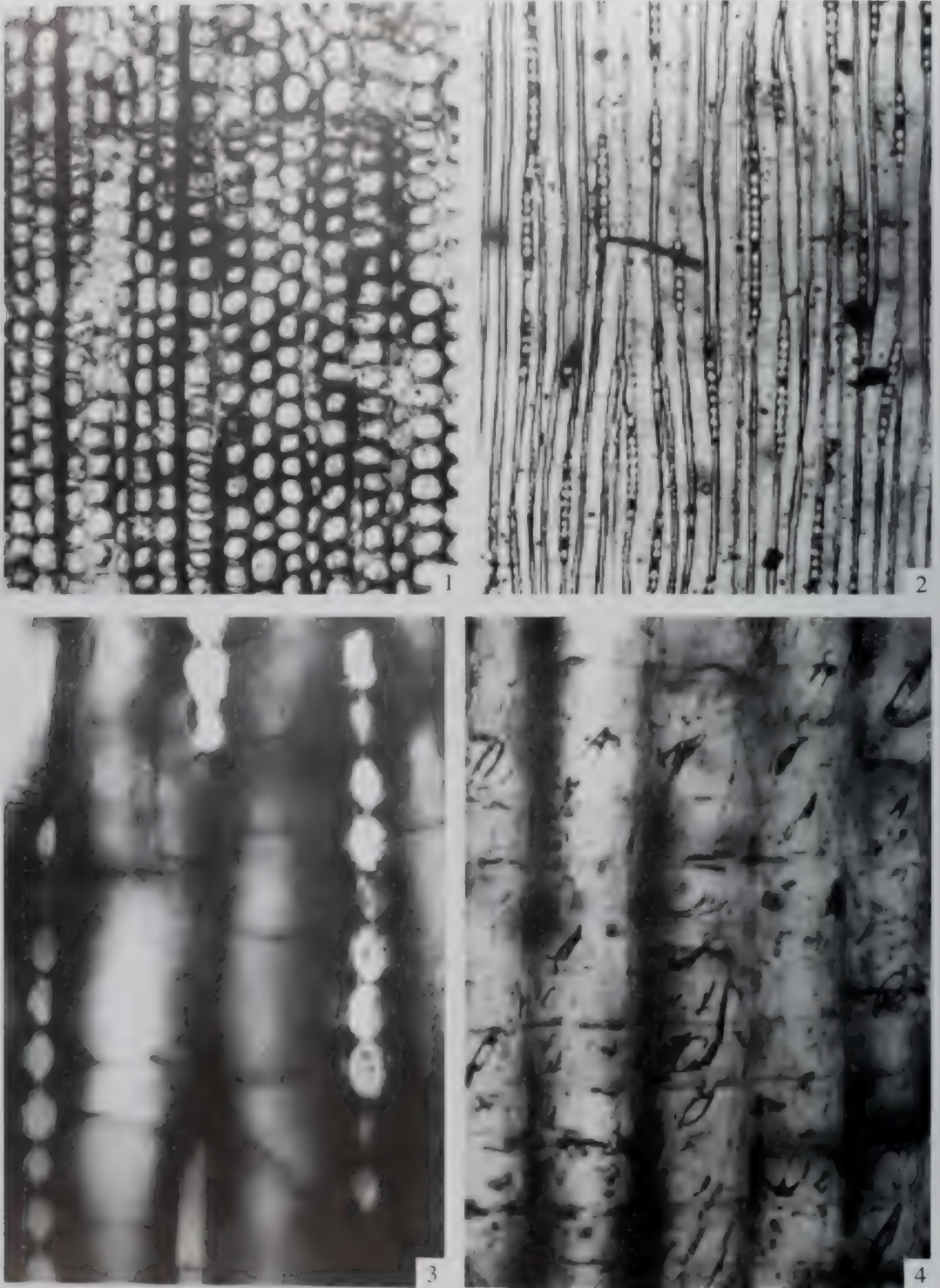
1 横切面，示木射线 $\times 70$ ；2 横切面，示木射线 $\times 175$ ；3 弦切面，示管胞弦壁的具缘纹孔 $\times 350$ ；4 弦切面，示管胞弦壁的具缘纹孔 $\times 350$ ；5-6 弦切面，示管胞径壁的具缘纹孔 $\times 350$ ；7 径切面，示交叉场纹孔 $\times 175$ 。

图版6-35 洛隆原始罗汉松型木 *Protopodocarpoxylon lalongense* Vonzenin-Serra et Pons (引自 Vonzenin-Serra 和 Pons, 1990)



1-2 横切面，示生长轮；3-4 径切面，示管胞径壁纹孔；5 径切面，示交叉场南洋杉型纹孔；6 弦切面，示射线及管胞弦向壁上的纹孔；7-8 径切面，示管胞径壁纹孔

图版62 辽宁亚杉木 *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng et Ding



1 横切面，示生长轮，射线和管胞 $\times 100$ ；2 弦切面，示单列射线及射线细胞内黑色物质 $\times 175$ ；3 弦切面，示射线细胞排列和管胞横隔 $\times 350$ ；4 径切面，示交叉场的亚杉木型纹孔 $\times 350$

属征：有生长轮，管胞径壁纹孔为原始松型纹孔（Araucarioid-Abietoid 过渡型），交叉场纹孔金松型或窗孔型、亚杉木型。木射线水平壁和端壁平滑，全部由薄壁组织组成。木薄壁组织和树脂道不存在。
时代与分布：侏罗—白垩纪；东亚。

辽宁原始金松型木 *Protosciadopityoxylon liaoningense* Zhang, Zheng et Ding (图版6-36, 图1-4; 图版6-37, 图1-6)

1999 *Protosciadopityoxylon liaoningense*, Zhang, Zheng, Ding, 页1313, 图版1, 图1-4; 图版2, 图1-6; 图版3, 图1-4; 插图2

特征：生长轮明显，管胞径壁具缘纹孔扁圆形，几乎占据了管胞的宽度，内孔口和外孔口不一致，弦向壁无纹孔。木射线由薄壁细胞组成，单列，具胞间隙，水平壁和端壁无孔。交叉场纹孔窗格型，偶为多形的亚杉木型，每一交叉场有一个大的纹孔，偶为两个。缺乏木薄壁组织和树脂道。

产地与层位：辽宁义县；下白垩统沙海组。

金松型木属 *Sciadopityoxylon* (Schmalhausen 1877) emend. Jurasky 1928

模式种：*Sciadopityoxylon westteini* Jurasky

属征：径向管胞具缘纹孔较大，具缘纹孔圆形，分离。交叉场纹孔杉木型，较大，多数仅1个，且为倾斜的椭圆形。射线细胞壁平滑，木薄壁细胞存在或缺失。树脂道缺失。

时代与分布：侏罗纪至白垩纪；东亚和南亚。

黑州金松型木 *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng (图版6-38)

1936 *Phyllocladoxylon heizyoense*, Shimakura, 页281, 图版5, 图4-6; 图版6, 图1-5, 插图5

1995 *Phyllocladoxylon heizyoense*, He, 页5, 图版1, 图1-1c, 2; 图版2, 图2, 4

2000, *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng, 页88~97, 图版3, 图5-7。

特征：生长轮清楚，早材逐渐过渡到晚材。管胞排列较整齐，射线平均间距7个管胞。管胞径向壁具缘纹孔单行，有时在早期的早材管胞壁上双行，对生，很少互生。交叉场窗形纹孔。木薄壁细胞不存在。射线高1~18个细胞，通常1~12个，单列。

产地及层位：内蒙古自治区鄂温克；下白垩统伊敏组。

辽宁金松型木 *Sciadopityoxylon liaoningenses* Ding (图版6-39)

2000 *Sciadopityoxylon liaoningenses*, 丁秋红等, 页284, 图版1, 图1-5; 图版2, 图1-4

特征：生长轮清楚。径向管胞具缘纹孔单列，偶见双列，双列者对生，单列者圆形或扁圆形，分离；管胞具缘纹孔充满或不充满管胞，有眉条。早材交叉场纹孔杉木型、亚杉木型或窗格型孔。木射线单列，偶双列，双列者呈纺锤形；单列者（2~）8~20（~30）个细胞。

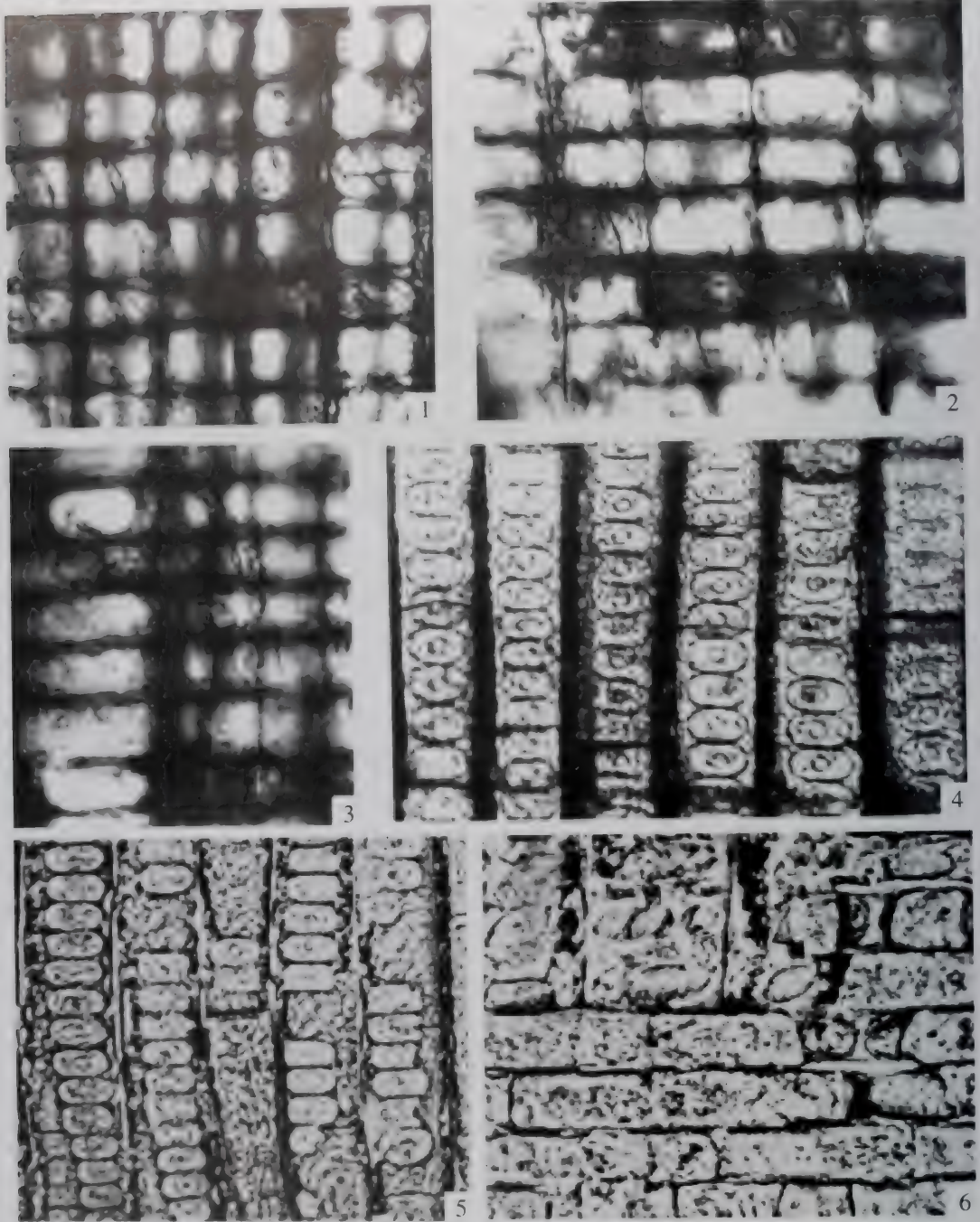
产地与层位：辽宁阜新；下白垩统阜新组。

落羽杉型木属 *Taxodioxyton* Hartig 1848 emend. Gothan 1906

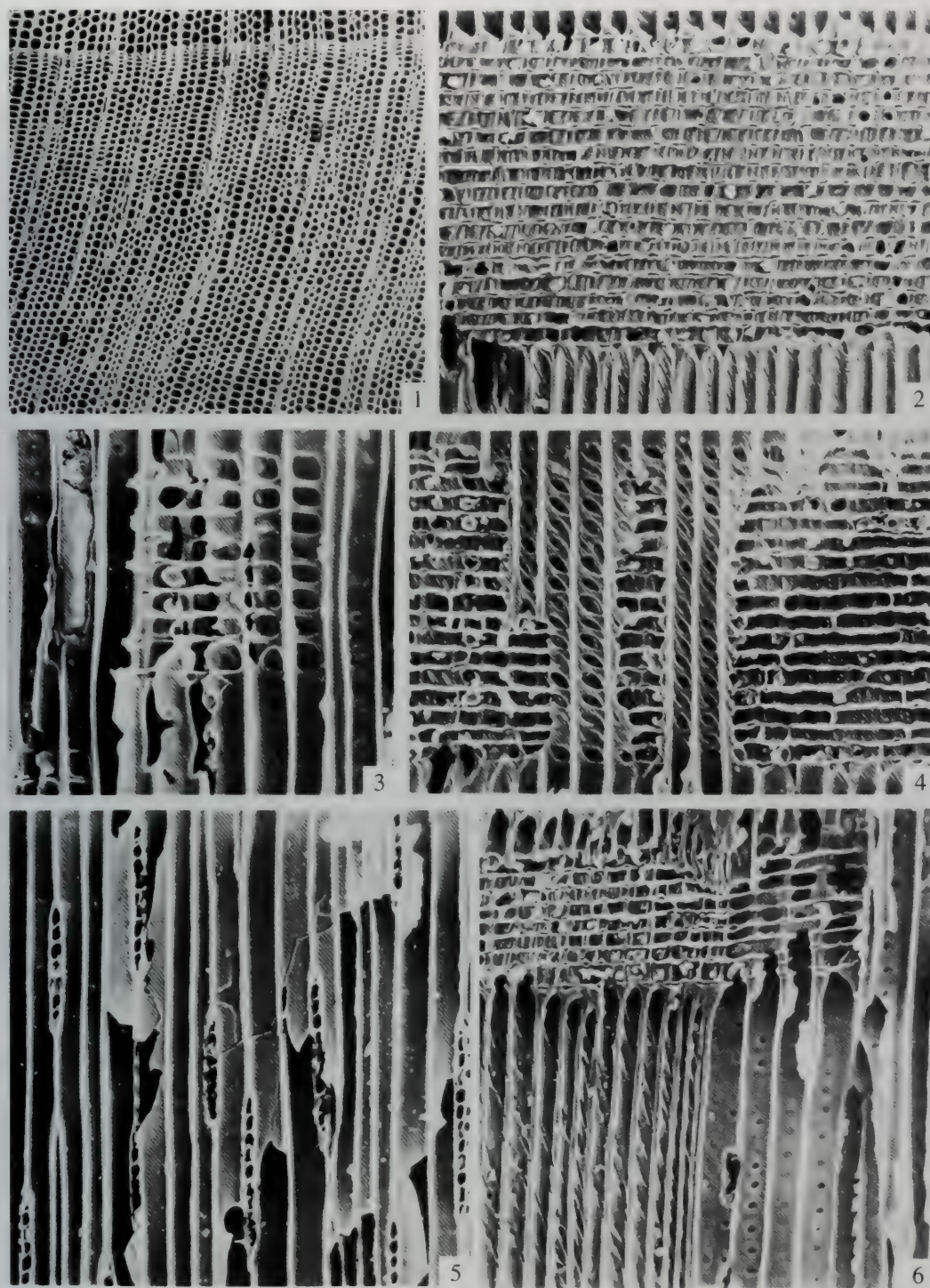
模式种：*Taxodioxyton goepperti* Hartig

属征：生长轮清楚；管胞螺线加厚缺乏，具缘纹孔圆形，1~4列，单列时多分离，偶尔接触，双列及多列时对生排列。木射线单列，偶尔双列，水平壁纹孔偶见或缺乏；木薄壁细胞组织常见，横壁加厚。交叉场纹孔杉木型或柏木型，多1~6个。正常树脂道缺乏。

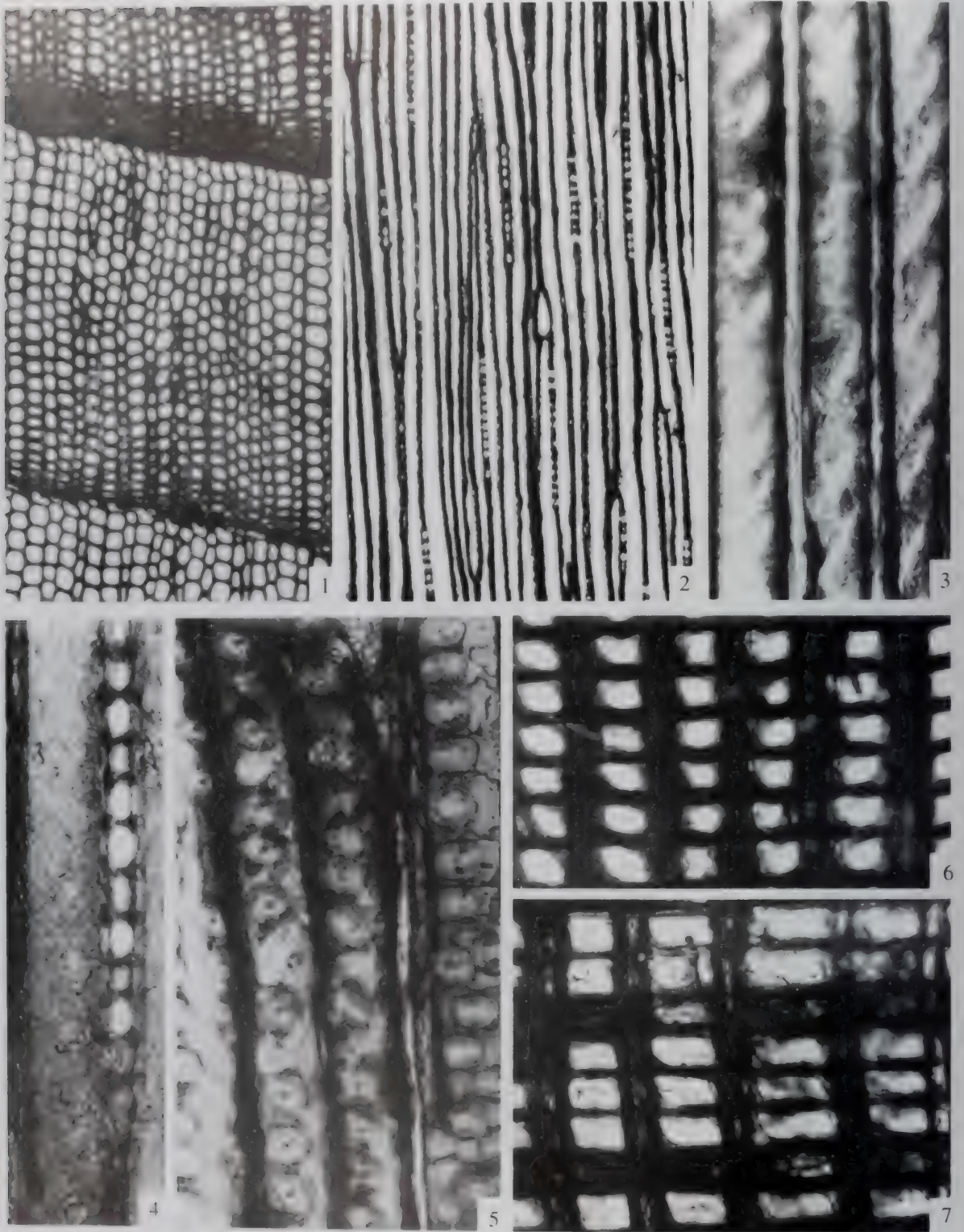
时代与分布：白垩纪至第三纪；北半球



1-3 径切面, 示交叉场的亚杉木型和窗格型混合纹孔 $\times 350$; 4 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 350$; 5 径切面, 示管胞径壁纹孔 (扫描电镜) $\times 350$; 6 径切面, 示交叉场的亚杉木型和窗格型混合纹孔 $\times 350$ 。

图版6-38 黑州金松型木 *Sciadopityoxylon heizyoense* (Shimakura) Zhang et Zheng (引自何德长, 1995)

1 横切面, 示生长轮 $\times 36$; 2 径切面, 示射线内壁 $\times 190$; 3 径切面, 示管胞 $\times 210$; 4 径切面, 示交叉场 $\times 140$; 5 弦切面, 示射线 $\times 150$; 6 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 160$

图版 39. 柱叶杉木 *Sciadopityoxylon liaoningenses* Ding

1 横切面，示生长轮 $\times 68$ ；2 弦切面，示射线 $\times 175$ ；3 弦切面，示管胞弦向壁螺旋状撕裂 $\times 350$ ；4 弦切面，示射线细胞，管胞弦向壁上小而分散的具缘纹孔 $\times 350$ ；5 径切面，示管胞径壁具缘纹孔和眉条 $\times 350$ ；6-7 横切面，示螺旋状纹孔 $\times 175$ ， $\times 350$

柳杉型落羽杉型木 *Taxodioxyton cryptomerioides* Schonfeld (图版6-40)

1997 *Taxodioxyton cryptomerioides*, 王如峰等, 图版1, 图7-8; 图版2, 图9, 12, 13

特征: 生长轮不明显, 晚材带不显著, 早材至晚材为渐变。早材管胞截面为长方形, 晚材带较窄, 管胞截面为矩形。管胞径壁具缘纹孔单列, 偶双列; 纹孔相互分离或略接触, 圆形或椭圆形; 弦壁具缘纹孔丰富。轴向木薄壁组织丰富, 横壁无节状加厚, 内有树脂状物质填充。交叉场纹孔杉木式, 每交叉场内一般有1~3个纹孔, 常1个, 多个时常排成两行; 纹孔口卵圆形。射线单列, 彼此间隔2~14个管胞, 高2~18个细胞。

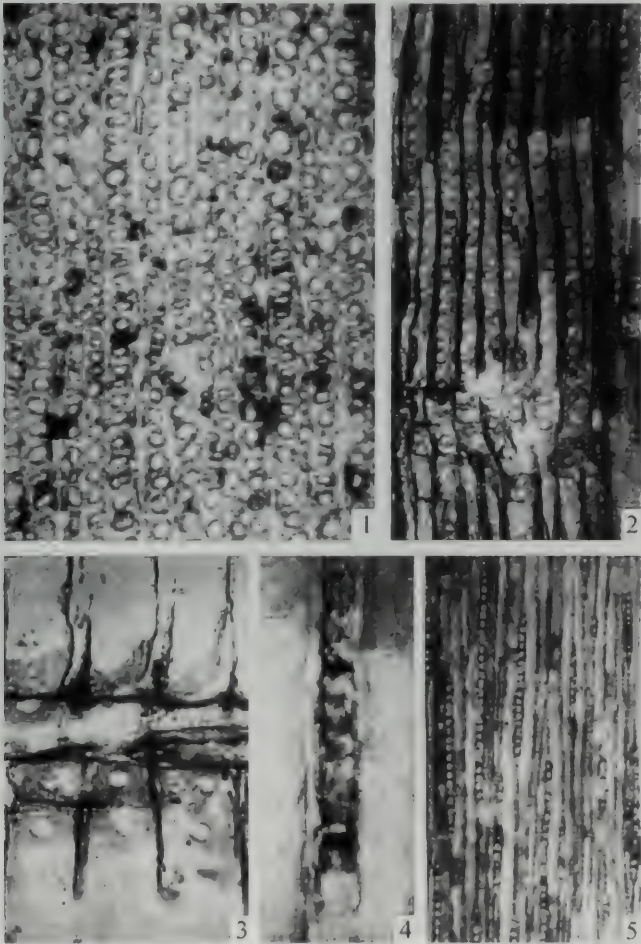
产地与层位: 黑龙江嘉荫; 上白垩统嘉荫群

斯氏落羽杉型木 *Taxodioxyton szei* Yang et Zheng (图版6-41; 图版6-42)

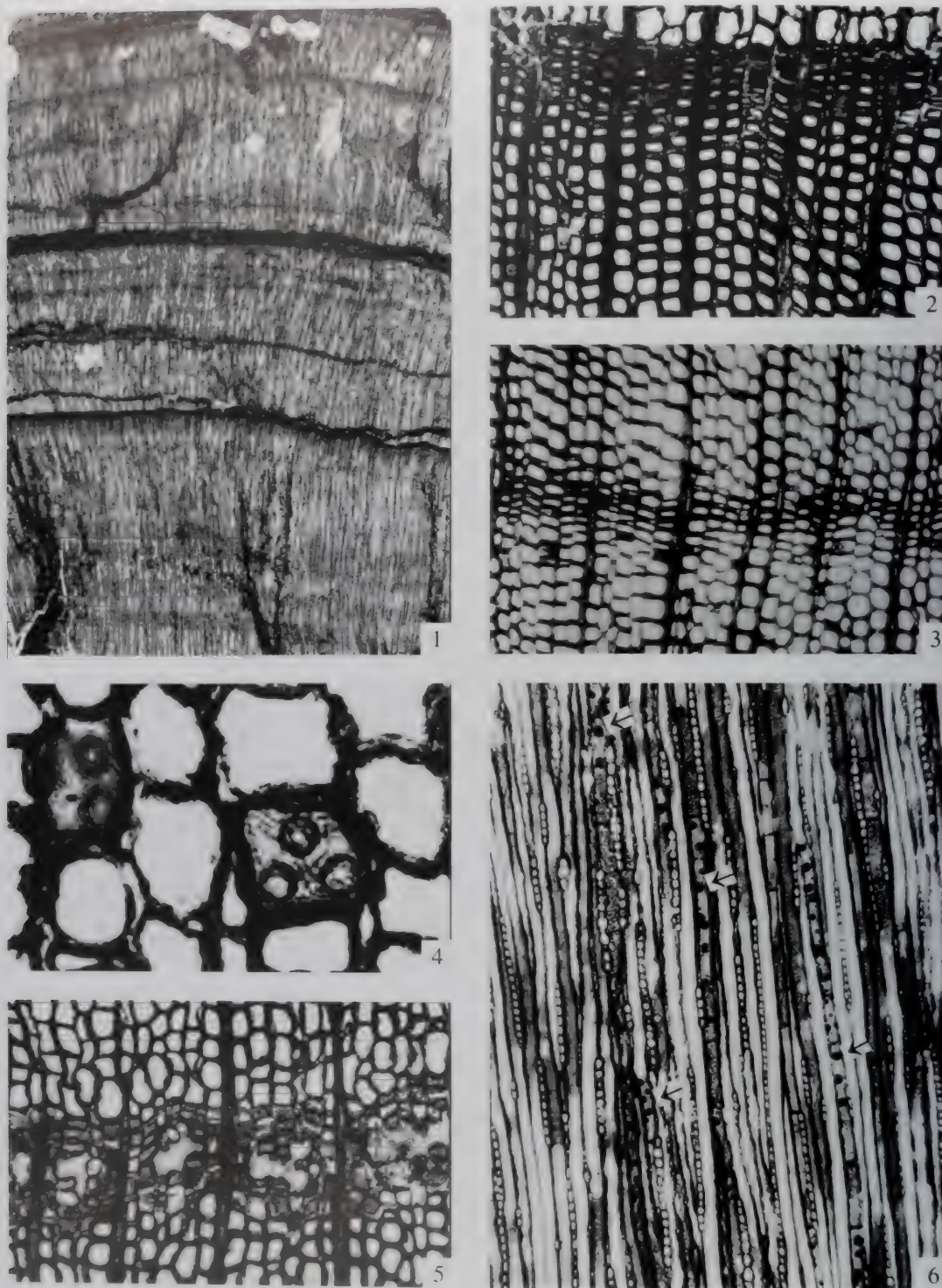
2003 *Taxodioxyton szei*, Yang and Zheng, 页654, 图2, A-F, 图3, A-I

特征: 生长轮清楚, 早材至晚材的变化为渐变类型; 常有假生长轮。早材管胞细胞为方形、长方形、方圆形或方椭圆形。管胞径向壁具缘纹孔1~2列, 双列时常相互对生排列。交叉场纹孔杉木型和柏木型具存, 以前者为主, 每场1~6个纹孔, 多数1~2个。射线1~2列, 多数单列, 高1~39个细胞, 个别可达40~50个, 个别射线细胞较大——“异细胞”, 射线细胞内有深色填充物质。木薄壁组织细胞比较丰富。具轴向创伤树脂道。

图版6-40 柳杉型落羽杉型木 *Taxodioxyton cryptomerioides* Schonfeld (引自王如峰等, 1997)



1 横切面, 示生长轮不明显, 早材带至晚材带过渡为渐变 $\times 70$; 2 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 100$; 3 径切面, 示交叉场纹孔杉木型 $\times 220$; 4 径切面, 示轴向木薄壁细胞 $\times 200$; 5 弦切面, 示射线 $\times 40$

图版6-41 黔东红杉科类 *Taxodiioxylon* *sect* Yang et Zheng

- 1 横切面，示宽而明显的生长轮和假生长轮。×5；2 横切面，示早材到晚材的渐变，排列整齐的早材管胞 ×100；3 横切面，示早材中构成假生长轮的厚壁管胞 ×100；4 横切面，示管胞端壁的具缘纹孔 ×400；5 横切面，示早材到晚材的渐变 ×100；6 弦切面，示单列射线、丰富的轴向薄壁细胞和其中的黑色颗粒状物（箭头）

图版6-42 斯氏落羽杉型木 *Taxodioxylon szei* Yang et Zheng

1 弦切面，示轴向薄壁细胞中针状物组成的黑色颗粒状物 $\times 300$ ；2 弦切面，示单列射线及其中的一个膨大细胞 $\times 300$ ；3 弦切面，示单列射线和膨大细胞 $\times 200$ ；4 弦切面，示双列射线 $\times 200$ ；5 弦切面，示管胞弦向壁上具缘纹孔和微弱的螺旋状撕裂 $\times 200$ ；6 径切面，示管胞壁上分离或接触的单列具缘纹孔，和对生的双列纹孔以及交叉场 $\times 60$ ；7 径切面，示单列或双列纹孔，以及眉条 $\times 200$ ；8 径切面，示管胞壁上排列拥挤的三列具缘纹孔 $\times 200$ ；9 径切面，示排成1~3行的杉木型交叉场纹孔 $\times 200$

产地与层位：黑龙江鸡西；下白垩统穆棱组

紫杉型木属 *Taxoxylon* Unger 1847

模式种： *Taxoxylon goepperti* Unger

属征：管胞壁厚，纹孔单行，管胞具螺旋状的增厚，简单的射线，不存在树脂道

时代与分布：印度，侏罗纪；内蒙古东部，早白垩世；匈牙利和日本，第三纪。

江西紫杉型木 *Taxoxylon liaoxiense* Duan (图版6-4, 图6-10)

2000 *Taxoxylon liaoxiense*, 段淑英, 页209, 图15-19

特征：生长轮清楚，宽度变化较大，早材宽，管胞截面为多边形或正方形；晚材窄，仅由3~4个管胞组成，早材至晚材为渐变。管胞壁上有螺旋加厚，螺旋不成对，在晚材上较密，早材上疏密不等，具缘纹孔单列，圆形，彼此分开或略接触。每个交叉场内有一个圆形或椭圆形纹孔。管胞弦向壁上也有规则的螺旋加厚。射线较稀，单列，高2~16（多数为3~7）个细胞。射线细胞内常有黑色物质填充。管胞壁上有时可见小而圆的具缘纹孔。

产地与层位：辽宁义县；下白垩统沙海组。

秀丽紫杉型木 *Taxoxylon pulchrum* He (图版6-43)

1995 *Taxoxylon pulchrum*, 何德长, 页10, 图版8, 图3-3a; 图版9, 图1-1f

特征：生长轮清楚，早材逐渐过渡到晚材。管胞的横切面为具圆角的方形或六角形，排列规则。早材管胞径向直径10~20 μm，弦向直径10~30 μm。射线间距4~10个管胞，射线全由薄壁细胞组成，高1~5个细胞。管胞壁具螺旋状的增厚，螺旋成对，间距4 μm；具缘纹孔单列，分离，圆形或椭圆形，居于一对螺旋间。射线细胞无纹孔。每一交叉场1~2个纹孔，2个并列或上下重叠，罗汉松型。管胞弦向壁具小纹孔，分离的，单列的，散布的。

产地与层位：内蒙古自治区鄂温克；下白垩统伊敏组。

异木属 *Xenoxylon* Gothan 1905

模式种： *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan

属征：管胞径向壁纹孔1~2列，大部分纹孔紧挤的宽度明显大于高度，很少卵圆形的。交叉场一个大的、宽的椭圆形的纹孔（窗格状的），很少两个，射线细胞所有的壁无纹孔。木薄壁细胞有时存在。不存在树脂道。

时代与分布：三叠纪至早白垩世；欧洲，东亚，北极，北美。

阜新异木 *Xenoxylon fuxinense* Ding (图版6-44)

2000 *Xenoxylon fuxinense*, 丁秋红等, 页243, 图版1, 图1-6

特征：生长轮清楚。径向管胞具缘纹孔多数1列，偶为2列；1列时多数排列紧挤，压扁，有时分离而呈圆形或椭圆形；2列时彼此接触，互生或3~5成群。交叉场纹孔通常为1个，大，简单，窗格型，占满交叉场；偶尔2个，近圆形。木射线1列，高(3~)10~23(~36)个细胞。弦壁纹孔存在。木薄壁组织缺乏。

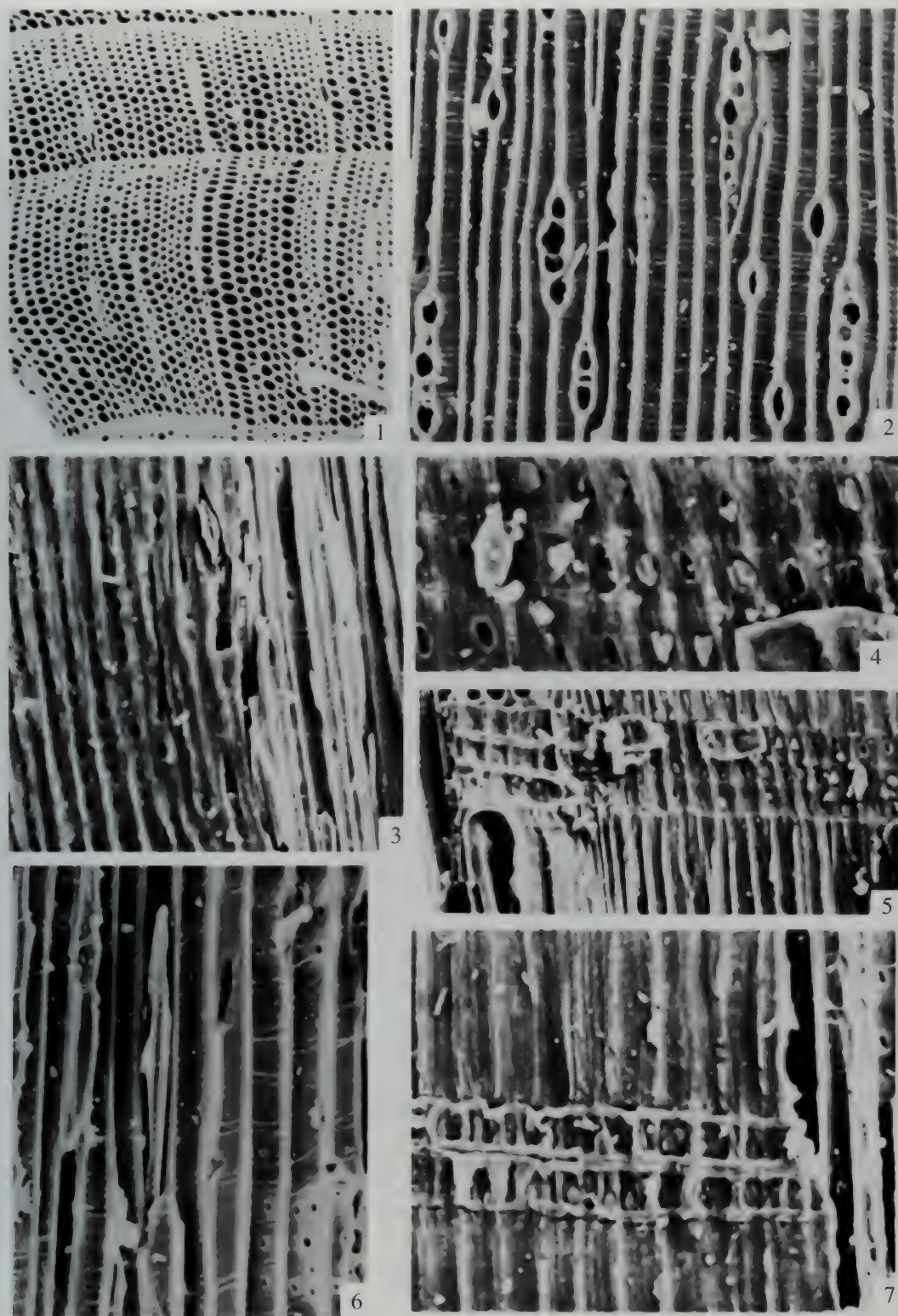
产地与层位：辽宁阜新；下白垩统阜新组。

河北异木 *Xenoxylon hopeiense* Chang (图版6-45)

1929 *Xenoxylon hopeiense*, Chang, 页250, 图版1, 图1-4; 插图1-7

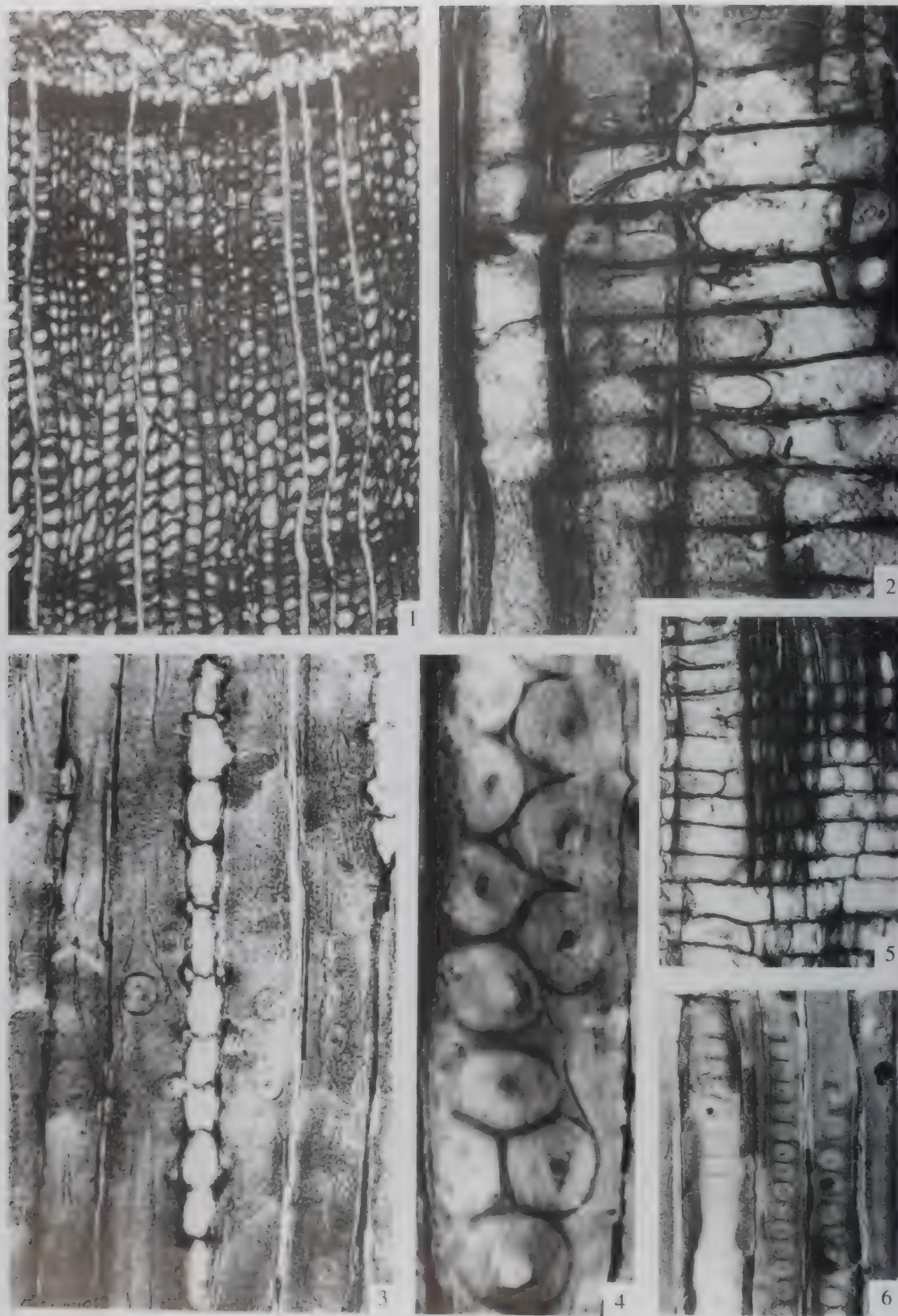
1963 *Xenoxylon hopeiense*, 斯行健等, 页343, 图版116, 图1-4; 插图69

2000 *Xenoxylon hopeiense*, Ding, 页212, 图版4, 图1-5

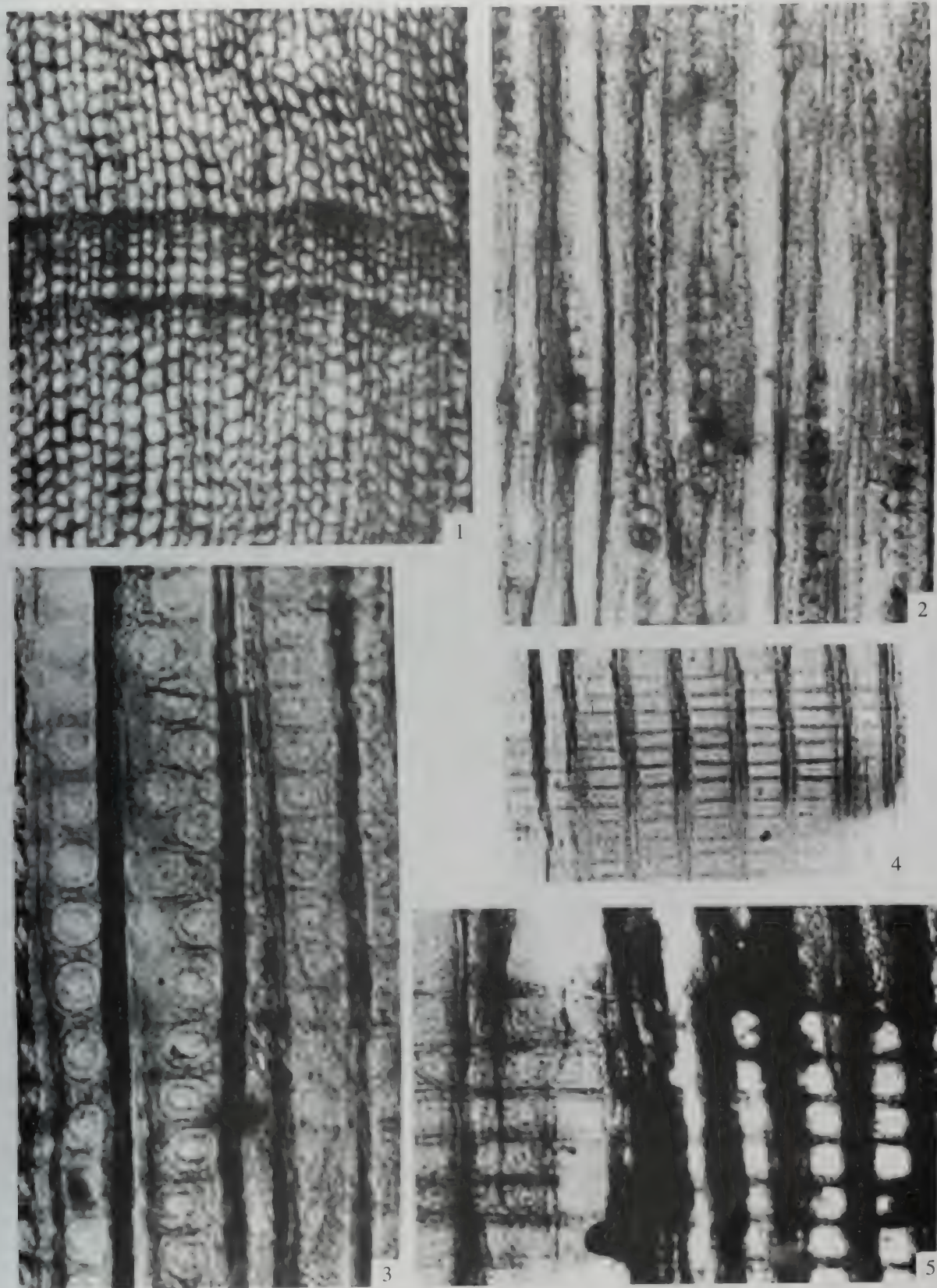
图版6-43 秀丽紫杉型木 *Taxoxylon pulchrum* He (引自何德长, 1995)

1 横切面, 示生长轮 $\times 80$; 2 弦切面, 示射线及螺旋间的管胞壁纹孔 $\times 250$; 3 径切面, 示管胞壁纹孔 $\times 380$; 4 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 380$; 5, 7 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 620$, $\times 380$; 6 弦切面, 示管胞弦向壁上的螺旋及纹孔 $\times 1000$

图版6-44 木料片木 *Xenoxylon fluximense* Ding



1 横切面，示管胞对生，射线壁及假生长轮 $\times 68$ ；2 径切面，示早材交叉场纹孔 $\times 350$ ；3 弦切面，示射线细胞，胞间层及管胞间壁上分散的小的缘纹孔 $\times 350$ ；4 径切面，示径向管胞壁具缘纹孔 $\times 700$ ；5 横切面，示早材交叉场纹孔 $\times 175$ ；6 弦切面，示径向管胞具缘纹孔 $\times 175$

图版6-45 河北异木 *Xenoxylon hopeiense* Chang

1 横切面，示生长轮 $\times 70$ ；2 弦切面，示木射线 $\times 175$ ；3 径切面，示管胞径向壁上的纹孔和眉条 $\times 350$ ；4 径切面，示早材交叉场纹孔 $\times 175$ ；5 径切面，示晚材交叉场纹孔 $\times 350$

明轮，生长轮明显；管胞径壁具缘纹孔圆形或扁圆形，彼此分离，多数单列，双列时纹孔对生或互相垂直。木薄壁组织丰富。射线单列，高1~65个细胞，通常高10~20个细胞。交叉场纹孔窗格型，1个，偶而2个。

产地与层位：辽宁义县；下白垩统义县组。

霍林河异木 *Xenoxylon huolinhense* Ding (图版6-46)

2000 *Xenoxylon huolinhense*, 丁秋红等, 页244, 图版2, 图1-6

特征：生长轮清楚。管胞径壁具缘纹孔1列，排列紧挤，压扁，仅占管胞宽度的1/2~2/3，有时2~7个纹孔成群分布。交叉场纹孔大，简单，1~2个，窗格型。木射线绝大多数1列，偶见2列，高(1~)3~8(~18)个细胞。管胞弦壁具缘纹孔较多，不规则的排成1列。

产地与层位：内蒙古霍林河；下白垩统霍林河组。

宽孔异木 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan (图版6-47)

1905 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer), Gothan, 页38

1910 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer), Gothan, 页23, 图版4, 图7-11; 图版5, 图1-2

1963 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer), 斯行健等, 页341, 图版114, 图5-7; 图版115, 图1-7; 插图68

1982 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer), 杜乃正, 页383, 图版1, 图1-6

2000 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer), Ding, 页212, 图版5, 图1-4

特征：生长轮明显。晚材带窄，仅由4~6层管胞组成。从早材到晚材的变化为渐变。早材管胞截面方形到长方形。径壁具缘纹孔单列，彼此接触；弦向壁未见纹孔，径壁和弦壁可见明显的横隔。无螺旋加厚。交叉场纹孔窗格型，通常1个。木射线单列，彼此间隔1~8个管胞，高1~25个细胞，多数2~16个细胞；横壁薄而平滑，弦壁常斜向。无节状加厚。

产地与层位：黑龙江嘉荫，上白垩统太平林场组(?)；辽宁义县，下白垩统义县组。

辽宁异木 *Xenoxylon liaoningense* Duan, Cui, Wang et al. (图版6-48)

1995 *Xenoxylon liaoningense*, Duan等, 页167, 图版2, 图1-8

特征：生长轮明显，宽窄不一，从早材到晚材的变化为急变。管胞径壁具缘纹孔压扁，单列；或圆形，单列偶尔双列，排列不规则，相互分离或接触。每一交叉场有1~2个小的纹孔。管胞弦向壁具小的纹孔，射线比较密，单列，高5~50(大多数30~40)个细胞。无树脂道和薄壁组织。

产地与层位：辽宁义县；下白垩统沙海组。

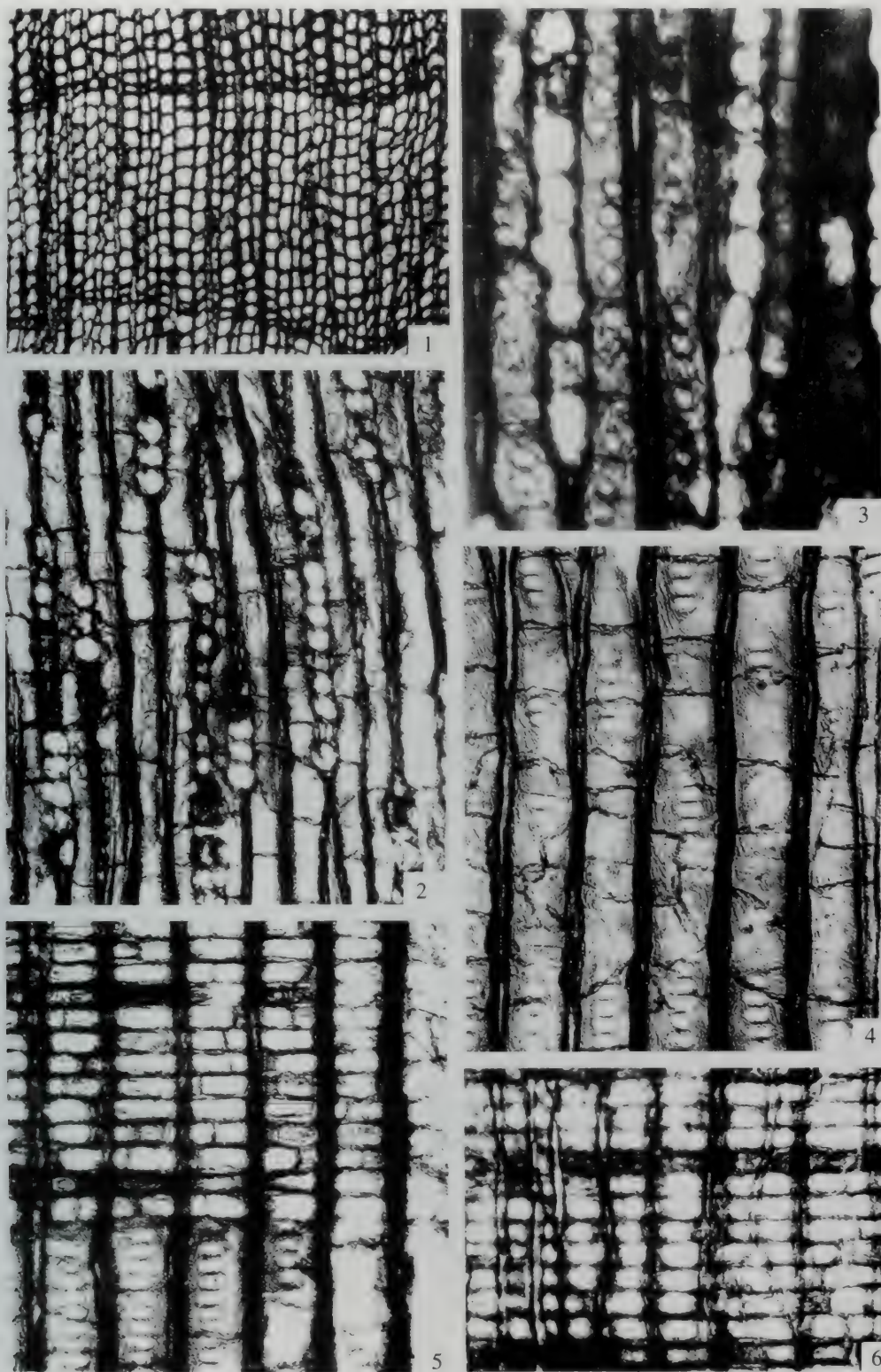
裴德异木 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang (图版6-49)

1982 *Xenoxylon peidense*, 郑少林, 张武, 页332, 图版31, 图1-10

1995 *Xenoxylon peidense*, 何德长, 页15, 图版15, 图1-1d; 图版16, 图2-2a

特征：生长轮清晰，晚材带宽仅1~2个细胞，早材带的宽度变化较大(0.4~2.4 mm)，管胞横切面为正方形，长方形，五角形或圆形至椭圆形等，大小变化于25×30 μm~50×130 μm之间。管胞径向壁上有偏向扁椭圆形的单行具缘纹孔，排列紧挤，纹孔大小为50×10 μm，约占管胞总厚的1/2，孔口为圆形，偶为椭圆形。管胞径向壁及弦向壁均具横隔壁及网纹加厚。射线细胞单列，3~25个细胞高，多数为8~16个细胞。交叉场射线细胞横壁平直，长一般为40~80 μm，交叉区有大型的蛋形窗孔，多数仅为一个，偶尔为2个或3个。管胞纹孔之间有时可见彼此相连的“通道”。无正常树脂道，但有时个别射线细胞里充填棕色(树脂?)物质。

产地与层位：黑龙江密山，早白垩世东胜村组；内蒙古札鲁特，下白垩统霍林河组。

图版6-46 霍林河异木 *Xenoxylon huolinhense* Ding

1 横切面，示管胞形态、晚材带及假生长轮 $\times 68$ ；2 弦切面，示木射线及管胞弦向壁横隔 $\times 175$ ；3 弦切面，示射线细胞及管胞弦向壁单列、分散的小的具缘纹孔 $\times 350$ ；4 径切面，示径向管胞具缘纹孔 $\times 350$ ；5 径切面，示径向管胞具缘纹孔及交叉场纹孔 $\times 350$ ；6 径切面，示早、晚材交叉场纹孔 $\times 350$

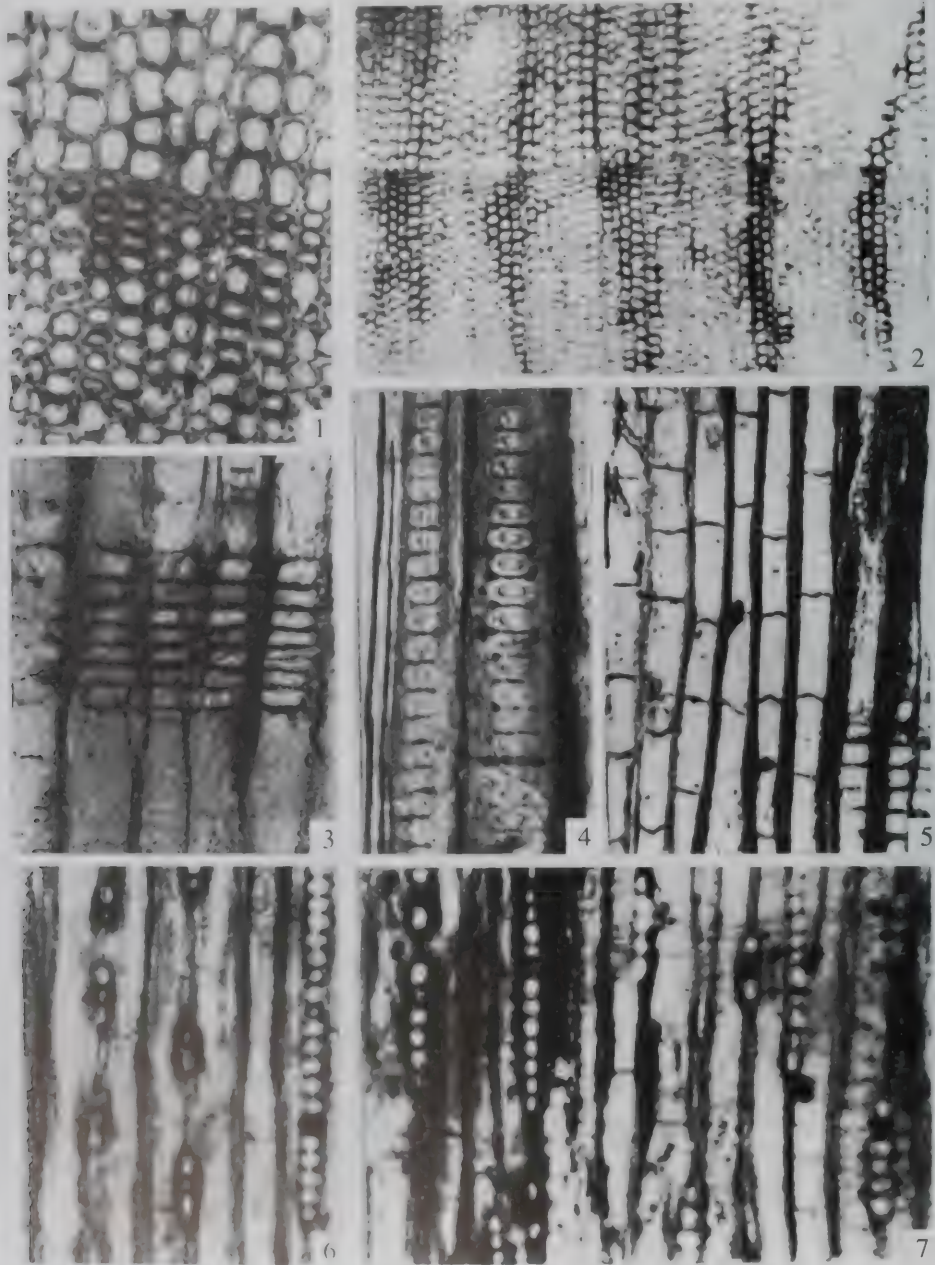
义县异木 *Xenoxylon yixianense* Zhang and Shang (图版6-50)

Xenoxylon yixianense Zhang and Shang, 页389, 图版1, 图1-5; 图版2, 图1-5

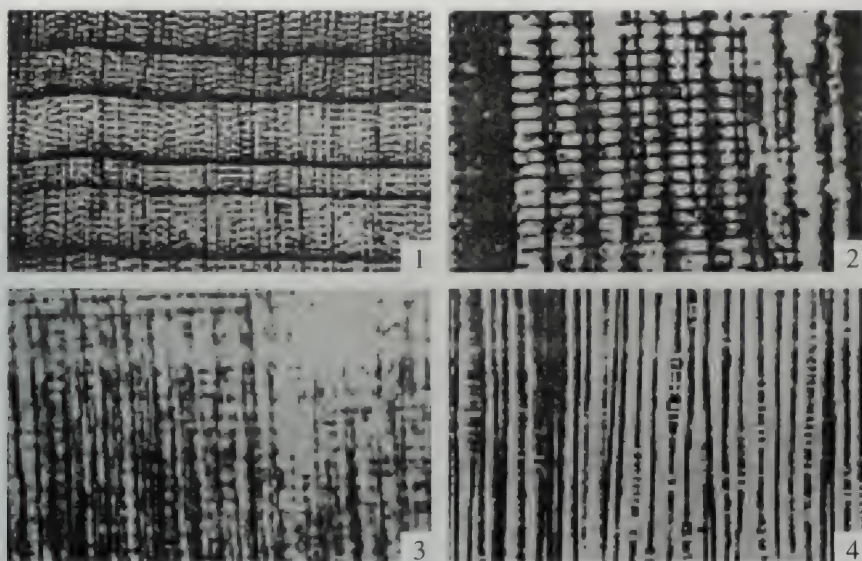
特征: 木质部密木型, 皮层很发育, 生长轮不明显, 早材宽0.3~1.0 cm, 晚材宽2~3个细胞。管胞壁较薄, 弦向壁上可见横沟条纹。射线纺锤型, 单列, 射线细胞具平滑的细胞壁; 横向树脂道纺锤型, 大小约 $100 \times 150 \mu\text{m}$, 密度为 $1 \sim 2/\text{mm}^2$ 。交叉场具大的卵圆形纹孔窗格型。

产地与层位: 辽宁义县; 下白垩统沙海组

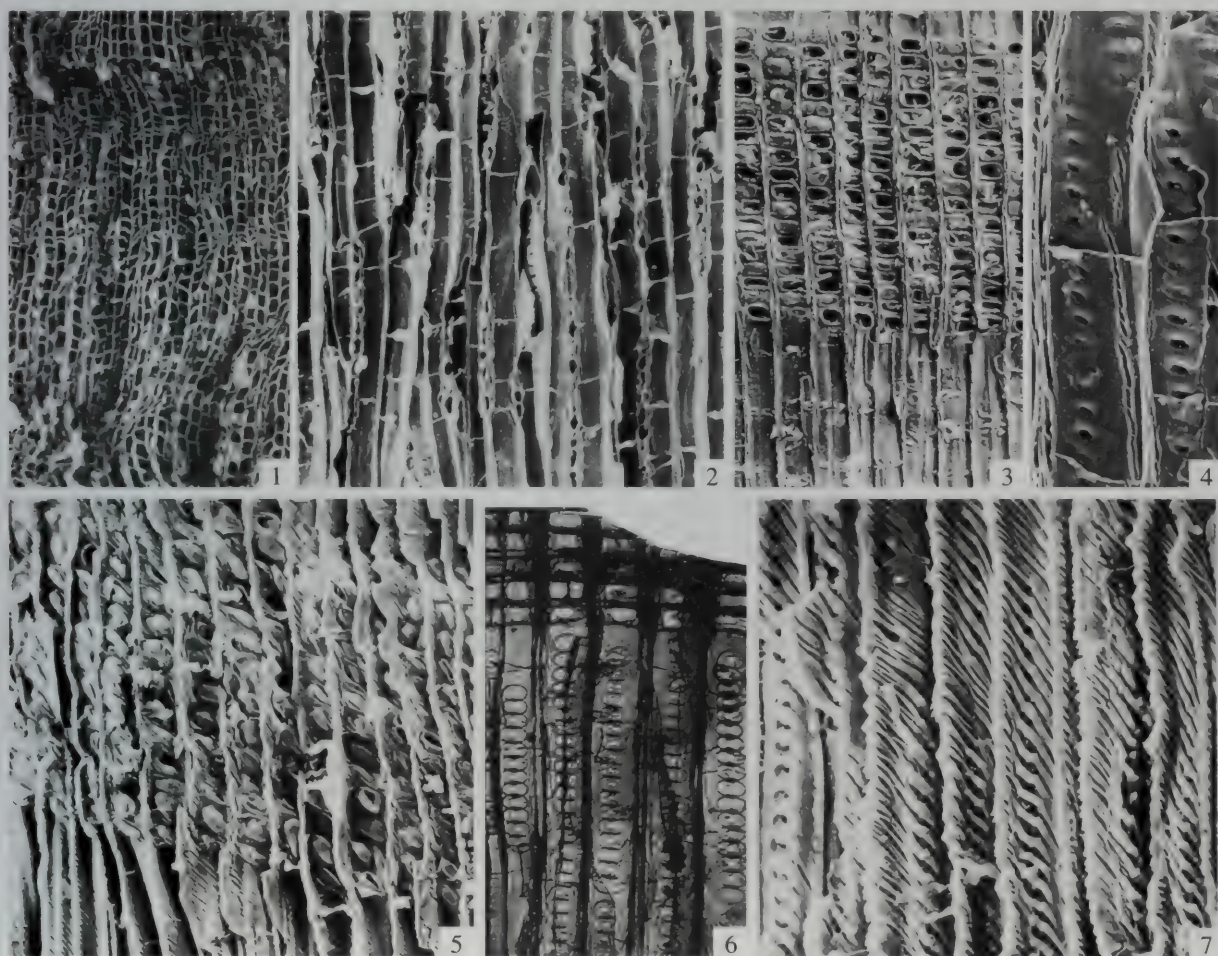
图版6-47 宽孔异木 *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan (引自杜乃正, 1982)



1 横切面, 示管胞窗孔 $\times 90$; 2 横切面, 示生长轮 $\times 30$; 3 径切面, 示窗格型交叉场纹孔 $\times 180$; 4 径切面, 示管胞壁薄化 $\times 360$; 5 径切面, 示管胞横隔 $\times 180$; 6 弦切面, 示木射线 $\times 180$; 7 弦切面, 示木射线及窗格型 $\times 180$

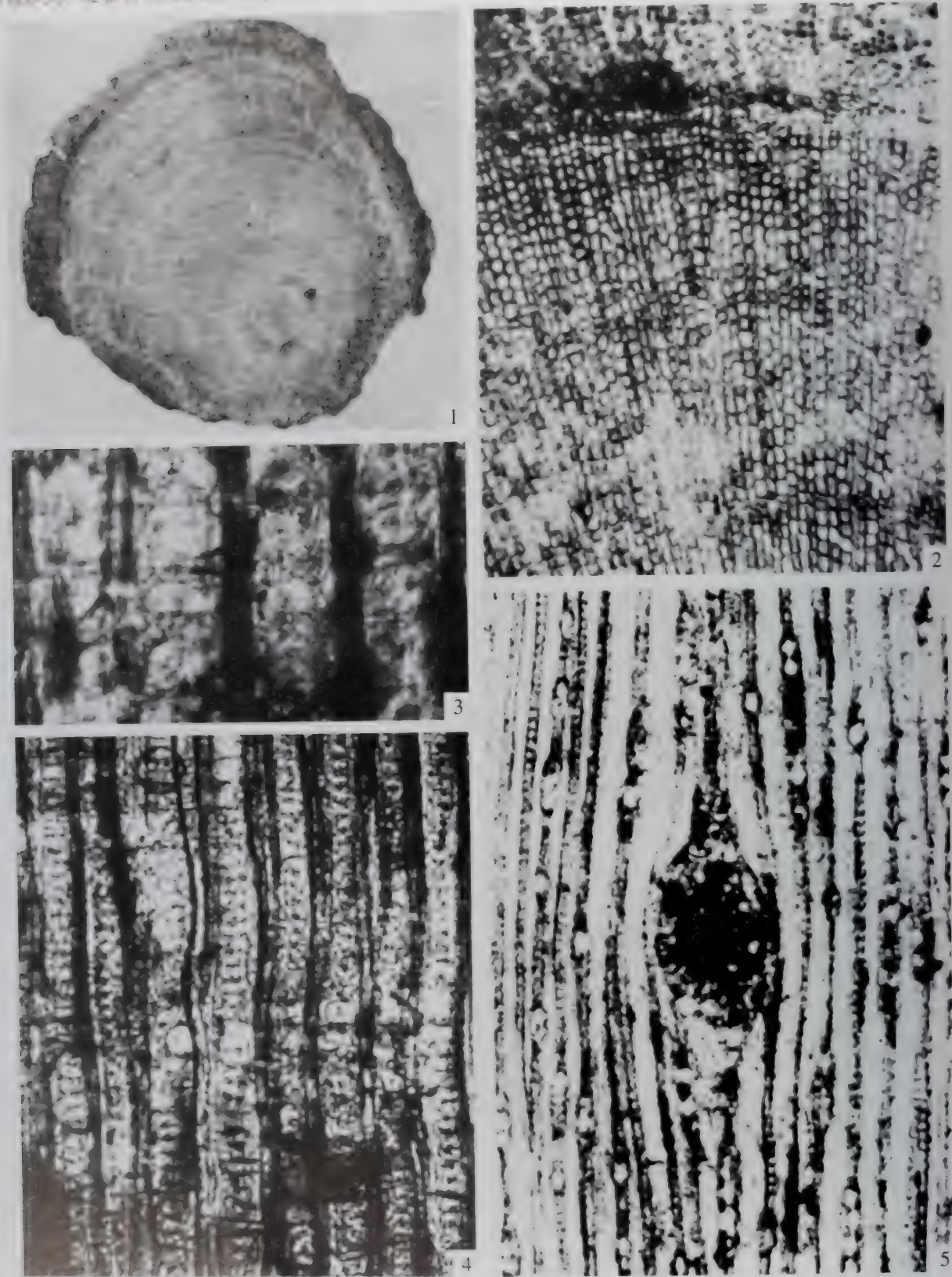
图版6-48 辽宁异木 *Xenoxylon liaoningense* Duan, Cui, Wang et al. (引自段淑英等, 1995)

1 横切面, 示生长轮 $\times 80$; 2-3 径切面, 示管胞径壁纹孔和交叉场 $\times 800 \times 400$; 4 弦切面, 示射线 $\times 200$ 。

图版6-49 裴德异木 *Xenoxylon peidense* Zheng et Zhang (引自何德长, 1995)

1 横切面, 示生长轮不明显 $\times 67$; 2 弦切面, 示木射线 $\times 120$; 3, 5 径切面, 示交叉场纹孔 $\times 312, \times 310$; 4, 6 径切面, 示管胞径壁纹孔 $\times 312, \times 138$; 7 径切面, 示管胞壁条纹增厚和紧挤的纹孔 $\times 310$ 。

图版 650 大果异木 *Xenoxylon vixianense* Zhang et Shang



1 横切面，示木射线和年轮 $\times 10$ ；2 横切面，示生长轮 $\times 32$ ；3 径切面，示交叉场纹孔窗格型 $\times 300$ ；4 径切面，示射线和横向树脂道 $\times 200$ ；5 径切面，示射线和横向树脂道 $\times 200$

6.4 附：大别山北麓河南信阳地区白垩纪木化石

该化石木群分布于河南省信阳市和罗山县之间的胡家湾、皇城山、辛店等地。西距信阳市40 km。经解剖研究有河南松 *Pinus henanensis* J. J. Yang、油杉 *Keteleeria fortunei* Carr.、竹柏 *Podocarpus nagi* Zoll. et Mor.、水松 *Glyptostrobus pensilis* K. Koch 等树种。地质时期的白垩纪，该地区发生的地壳运动使地壳内的炽热岩浆沿断裂带多次发生火山喷发。经钾—氩法同位素测定年龄距今约1亿年。该地区木化石的原研究者采用的是现代木材分类的观点（杨家驹等，1990；齐国凡等，2005），与以上木化石的分类不同，故单独列于此。

油杉属 *Keteleeria* Carr.

模式种：*Keteleeria fortunei* (Murr.) Carr.

属征：生长轮甚明显。管胞径壁具缘纹孔1~2列，极少3列，圆形及卵圆形；肩条长。最后数列管胞弦壁上具缘纹孔明显。轴向薄壁组织量少；星散状，多分布于晚材带。薄壁细胞端壁节状加厚明显。木射线通常单列，间或2列或成对；高1~45细胞或以上；通常含有深色树脂。全由薄壁细胞组成；水平壁薄，纹孔数少，欠明显；端壁节状加厚明显或不明显；凹痕可见。交叉场纹孔式通常为杉木型，1~5（通常2~3）个，1~3（通常1~2）横列。具轴向树脂道；泌脂细胞壁厚。径向树脂道未见。

时代与分布：新生代；亚洲。

油杉 *Keteleeria fortunei* Carr. (图版6-51)

1990 *Keteleeria fortunei* (Merr.) Carr., 杨家驹等, 页379~383, 图版III-13-15

2005 *Keteleeria fortunei* Carr., 齐国凡等, 页94~97, 图版III-9

特征：生长轮明显，早材管胞横切面为多边形、长方形及方形，排列欠整齐；管胞最大弦径70 μm ，多数30~40 μm ；螺纹加厚未见。径壁具缘纹孔1~2列（2列常见），圆形及卵圆形，直径15~19 μm ；纹孔口圆形及椭圆形。晚材管胞横切面为矩形及多边形；径壁纹孔1列，圆形及椭圆形。最后数列管胞弦壁上具缘纹孔明显。轴向薄壁组织缺乏。木射线4~7根/ mm^2 ，多数5~6根。通常单列，2列及成对者可见，高2~40细胞或以上，多数高10~30细胞。射线全由薄壁细胞组成，细胞呈椭圆形。射线薄壁细胞与早材管胞交叉场纹孔式通常为杉木型，1~4个横列。树脂道轴向者边缘围以4~6个泌脂细胞；壁厚；弦径80~120 μm 。径向树脂道缺乏。

产地与层位：河南信阳胡家湾；白垩系。

松属 *Pinus* Linn.

模式种：*Pinus sylvestris* Linn

属征：生长轮明显。早材至晚材急变或渐变。轴向薄壁组织未见。具单列射线和纺锤状射线；射线薄壁细胞和射线管胞组成。射线薄壁细胞水平壁薄。交叉场纹孔窗格状，部分种类中具松木型。具轴向和径向树脂道，泌脂细胞壁薄。

时代与分布：白垩纪至现代；北半球。

河南松 *Pinus henanensis* J. J. Yang (图版6-52)

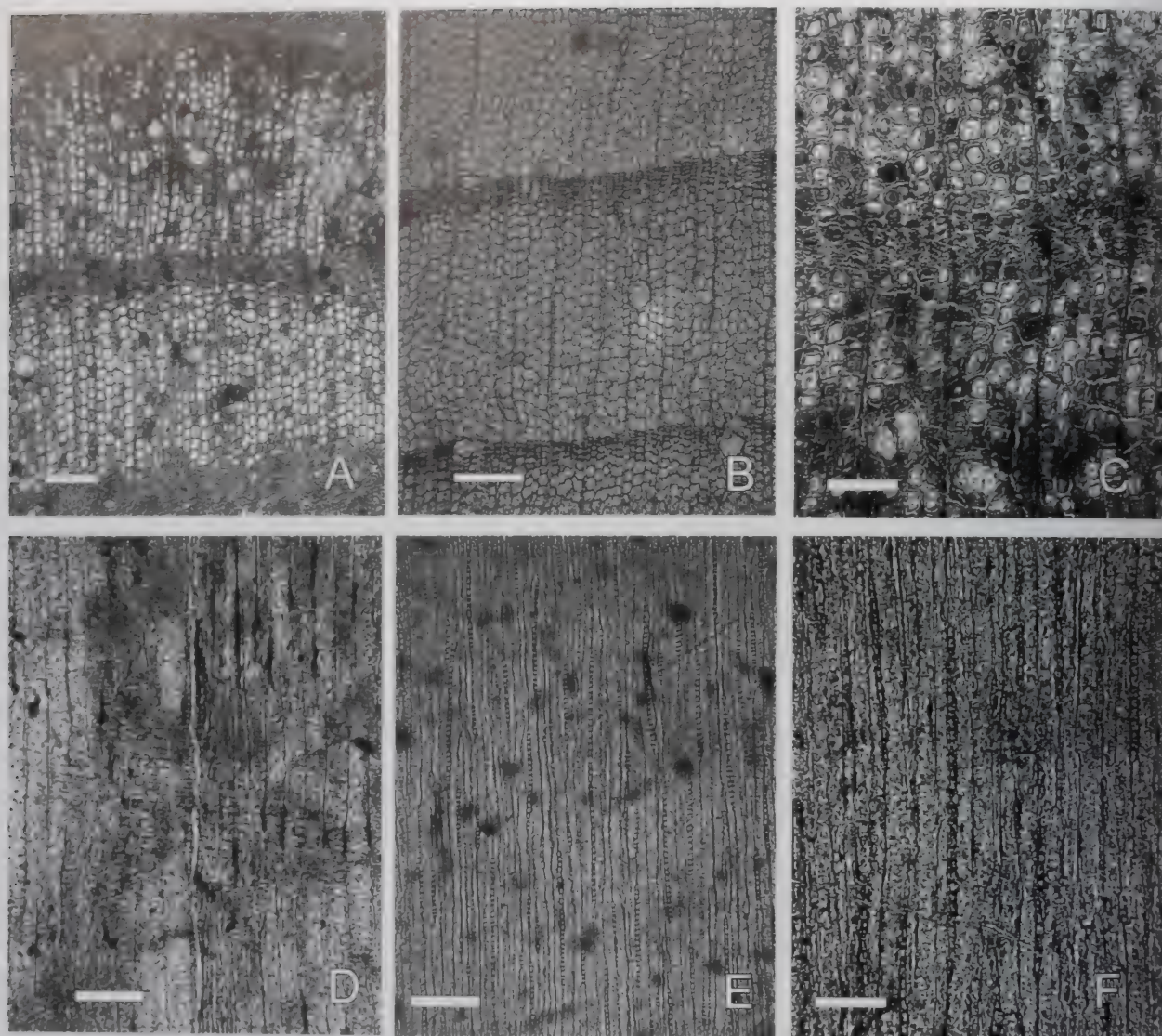
1990 *Pinus* sp., 杨家驹等, 页379~383, 图版III-16-19

1996 *Pinus henanensis* J.J. Yang, 杨家驹等, 页268

2005 *Pinus henanensis* J. J. Yang, 齐国凡等, 页98~99, 图版 I-16

特征：生长轮明显，早材管胞横切面多边形，长方形及方形；最大弦径75 μm ，多数30~43 μm ；螺纹加厚略见。径壁具缘纹孔1~2列，圆或椭圆形，直径21~23 μm ；纹孔口圆形及椭圆形。晚材管胞横

图 6-51 油杉 *Keteleeria fortunei* Carr.



A, B. 横切面，示生长轮、管胞形态及树脂道 标尺=20 μm ；C. 横切面，管胞形态及轴向树脂道。标尺=10 μm ；D. 径切面，示交叉场及径壁 标尺=10 μm ；E, F. 弦切面，示射线高度变化。E, 标尺=20 μm ；F, 标尺=10 μm 。标本号：HG053

切面方形、长方形及多边形，弦径16~18 μm 。径壁纹孔1列，圆及椭圆形。轴向薄壁组织缺乏。木射线5~11根/ mm^2 ，射线单列及纺锤形。单列射线高1~33细胞或以上，多数8~21细胞。2列及成对射线数少。纺锤型射线中具径向树脂道；与树脂道上下接触处，宽2~3个细胞；单列部分高2~7个细胞。射线由薄壁细胞和管胞组成，射线细胞通常呈椭圆，长方及圆形；含少量树脂；水平壁纹孔及端壁节状加厚明显；与早材管胞交叉场内纹孔松型，具狭窄纹孔缘2~5个，通常2~4个，1~2个横列。射线管胞存在于木射线上下边缘，内壁具浅锯齿。树脂道分轴向和径向两类。轴向树脂道多，单独或短弦列，常分布于晚材带及其附近，径向树脂道数少，在弦切面上可见。树脂道轴向者0~4个/ mm^2 ，弦径约60~140 μm 。径向者0~2个/ mm^2 ，最大弦径97 μm ，多数54~69 μm 。

产地与用途：湖南信阳胡家湾；白栎系。

罗汉松属 *Podocarpus* L' Hér. Ex Persoon

特征：生长轮明显或不显，管胞径壁纹孔1~2列或成对，弦壁有孔，交叉场纹孔罗汉松型、柏木型、少数杉木型、云杉型，木射线1列，稀2列，水平壁纹孔缺乏或不明显，端壁节状加厚缺乏或不明显，木薄壁组织数多丰富，星散状或连成弦线，端壁节状加厚缺乏，树脂道缺乏。

时代与分布：热带、亚热带；白垩纪—现代。

竹柏 *Podocarpus nagi* Zoll. et Mor.

1990 *Podocarpus nagi* Pilger, 杨家驹等, 页379~383, 图版II-10-12

2005 *Podocarpus nagi* Zoll. et Mor., 齐国凡等, 页100~101, 图版I-1

特征：生长轮略明显，轮间介以极窄的晚材带，有假生长轮存在。早材带至晚材带渐变；晚材带色略深，与早材带区别不明显。早材管胞因多被挤压，横切面呈歪斜的多边形或方形；最大弦径35 μm ，多数22~29 μm ，弦壁厚31~42 μm ；螺纹加厚缺乏。径壁具缘纹孔1~2列，卵圆或圆形，直径21~24 μm ；纹孔口圆形及卵圆形。晚材管胞横切面为矩形；弦径20~27 μm ，弦壁厚3.5~3.9 μm ；螺纹加厚缺乏。径壁纹孔1列，圆形，直径20 μm ；纹孔口裂隙状。轴向薄壁组织略多，星散状或数个弦列；通常含深色树脂。木射线4~7根/ mm^2 。单列，2列及成对者稀见；单列射线高2~26细胞以上，多数高11~19细胞。射线全由薄壁细胞组成。细胞呈椭圆，长椭圆及卵圆形，少数含深色树脂。射线薄壁细胞与管胞交叉场纹孔式为柏木Ⅲ型和罗汉松型，1~2个，横列。树脂道缺乏。

产地与层位：河南信阳胡家湾；白垩系。

水松属 *Glyptostrobus* Endl.

时代与分布：白垩纪—现代；北半球。

水松 *Glyptostrobus pensilis* K. Koch (图版6-53)

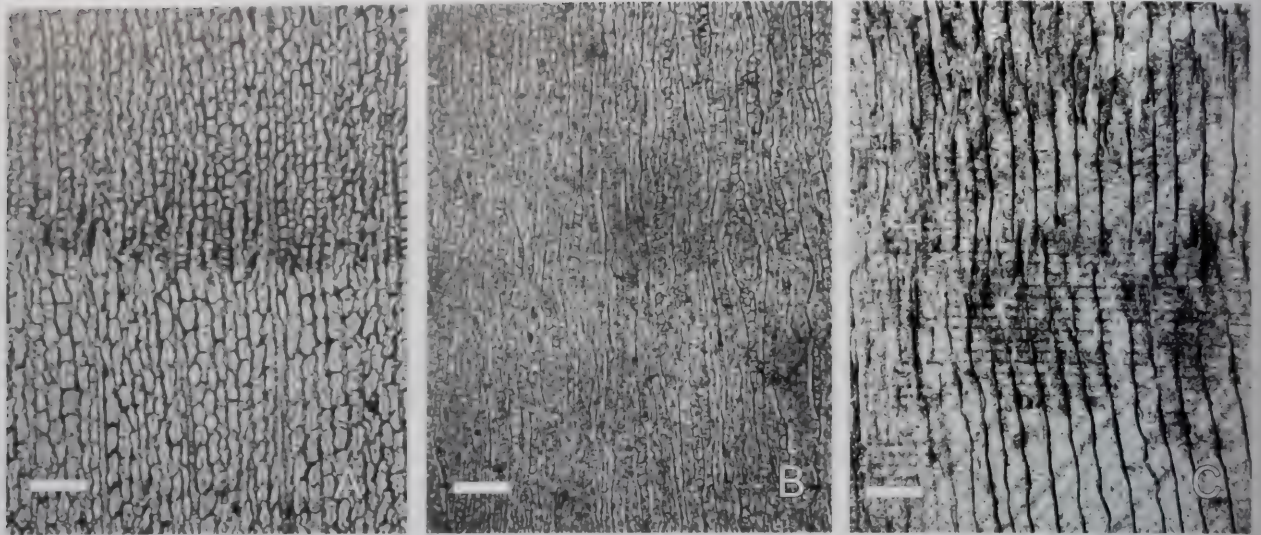
1996 *Glyptostrobus pensilis* K. Koch, 杨家驹等, 页263~264, 图版1, 图1~5

2005 *Glyptostrobus pensilis* K. Koch, 齐国凡等, 页102~103

特征：生长轮明显，轮间约1.5 mm。早材带较宽，占生长轮的大部分；早材管孔在放大镜下略可得见；早材至晚材略急变；晚材带色深，与早材带区别明显。早材管胞已被挤坏。晚材管胞横切面长方形、方形或多边形。最大弦径60 μm ，多数36~48 μm 。螺纹加厚缺乏。径壁纹孔1~2列，圆形及卵圆形，直径8.8~13 μm ；纹孔口圆形。眉条数少。弦壁纹孔可见。轴向薄壁组织星散状。木射线5~8根/ mm^2 。单列，稀2列，高4~23细胞，全部由薄壁细胞组成。射线细胞椭圆及卵圆形，水平壁与早材管胞壁略等厚，纹孔少，不明显。射线薄壁细胞与早材管胞交叉场纹孔式为杉木型（纹孔缘极窄），1~3（通常2）个，1~2（稀3）横列。胞间道缺如。

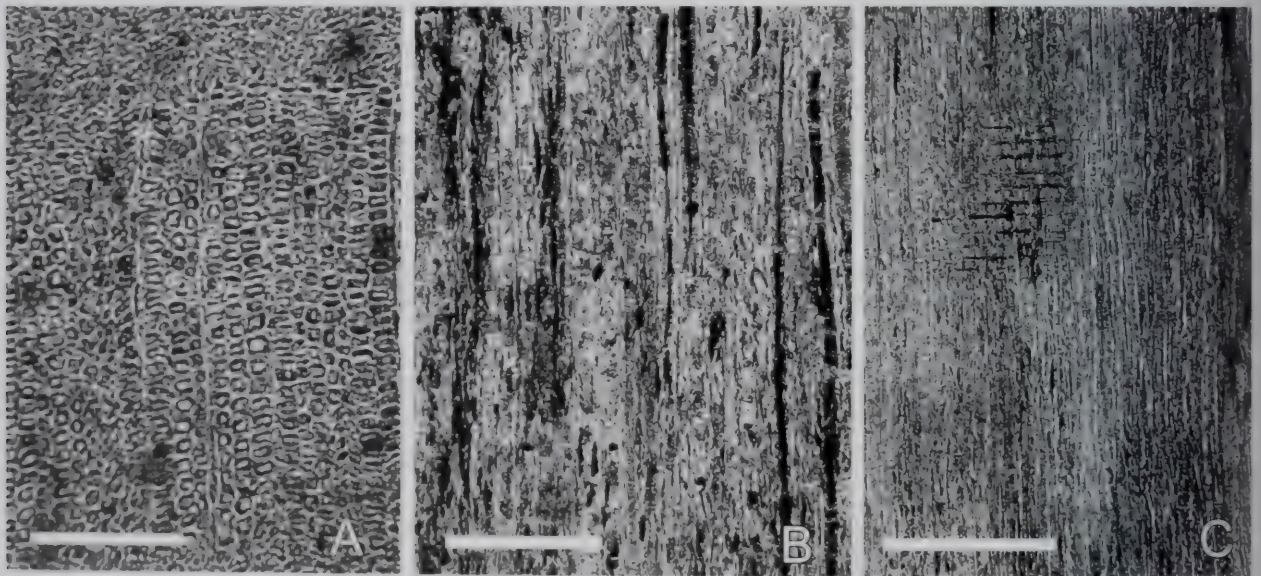
产地与层位：河南信阳胡家湾；白垩系。

图版6-52 河南松 *Pinus henanensis* J. J. Yang



A. 横切面，示早材至晚材之渐变。标尺=20 μm.; B. 弦切面，示射线。标尺=20 μm.; C. 径切面，示交叉场。标尺=20 μm. 标本号: HG052

图版6-53 水松 *Glyptostrobus pensilis* K. Koch



A. 横切面，示管胞的形态。标尺=20 μm.; B. 弦切面，示射线。标尺=20 μm.; C. 径切面，示交叉场及径壁。标尺=20 μm. 标本号: HG040

第七章 新生代化石木

(杨家驹、袁铁梅、傅晓平)

7.1 中国新生代木化石的地质与地理分布

新生代时期，随着气候的变化，裸子植物种类和组成也随着环境不断变化，发展演化出现代的各个类群，许多种类解剖上逐渐与现代植物木材结构接近至完全一致。目前我国在新生代地层报道的裸子植物化石木材大约有5科16属25种，以松科、杉科和柏科植物较多，研究时代主要集中在古新世和新近纪。

被子植物在中生代晚期崛起并逐渐成为地球上最丰富一类植物。新生代地层中发现并报道的被子植物化石木材大约有14科，主要集中在新近纪以及第四纪的地层中，对于古近纪的被子植物化石木报道极少。白垩纪至新近纪是被子植物分化强烈，种属剧增的时期，深入和加强这一时期的被子植物化石木研究，将是我们认识被子植物木材的系统演化，认识古气候、古植被、古环境变化，预测我国未来大的环境和气候变化重要途径之一。

中国新生代木化石的地理分布状况如插图1.3所示（编号为69—83），分布于10省（自治区、直辖市），共计16个化石点，详细情况如下：

- 69 辽宁省抚顺煤矿
- 70 内蒙古自治区赤峰市，北纬42°3′；东经119°15′
- 71 北京市周口店猿人遗址
- 72 山西省太谷县小白乡下土河村
- 73 江苏省泗洪县凤山
- 74 武汉市新洲县阳逻镇
- 74 武汉市汉口
- 75 浙江省普陀山岛
- 76 福建省漳浦县，北纬24°06′03″，东经117°54′10″
- 77 福建省晋江市，北纬24°36′57″~24°41′58″，东经118°39′31″~118°41′07″
- 78 台湾省桃园县龟山乡，北纬25°00′，东经121°22′
- 79 云南省景东县煤矿
- 80 云南省龙陵县镇安和大坝煤矿
- 81 云南省楚雄州南华县吕合煤矿
- 82 云南省昌宁县红星煤矿
- 83 云南省元谋县，虎跳滩土林：北纬25°50′64″，东经101°45′45″；湾堡土林：25°51′39″，东经101°48′54″，新华土林：北纬25°44′58″，东经101°40′31″

7.2 中国新生代木化石系统分类说明

植物化石通常是按照植物自然分类系统来进行分类描述的。但是地层中保存的植物化石，多数是一些植物脱落的叶子、支离破碎的根、茎、枝等残体，要确定这些植物残体间的相互关系及其分类位置是十分困难的。因此，在古植物学中还运用形态分类法（人为分类法）作为一种临时的、辅助的方法，这种分类法帮助人们收集和积累零星的植物化石材料，作为进一步研究植物系统发育和分类，以及划分、

对比地层和确定地层时代的依据。

对于时代较早的一些化石木,由于其具有现代多个科或属的混合特征,不可能与现存的种属进行直接对比,也不能使用现代属名或使用与现代属有亲缘关系的器官属名,这时使用形态属名是必要的(Alvin, 1953, 1957)。Alvin (1953, 1957)认为:1)许多化石种具有现代许多属的混合特征,如果仅根据某些特征将其归入相似的现代属中,不仅忽略了植物的结构在演化过程中发生的变化,也可能导致分类上的错误。2)由于早期的研究对现代植物结构和种类了解的不充分,使用广义的形态属是可行的。形态属是把不同生物的共同部分,按照他们形态的相似性归入同一类群而给予相同的属名。但是,在同一形态属中,有可能包括许多来源不同,甚至亲缘关系异常疏远的植物。器官属是根据植物单独保存的器官化石所创立的。器官属的亲缘关系一般容易确定,通常能归入某一科。由于器官属是根据植物体部分器官所命名,而非整株植物,因此植物体不同器官的器官属要使用能指示该器官的固定结尾,以免混淆。根据第六届国际植物学大会提出的规则,根据化石次生木质部和(或)木材命名的器官属应以-xylon为固定结尾(张永骆编著,1983)。当一种化石植物所具有一组鉴定特征都属于一个现代属或现代种特征的范围,那么应该尽量使用现代属名,避免机械割裂现代植物与化石植物的关系(Collinson, 1986)。

中国新生代木化石属种类型和分类系统位置详细情况见第二章。

7.3 新生代木化石系统描述

7.3.1 裸子植物 Gymnosperm

7.3.1.1 南洋杉科 Araucariaceae

南洋杉型木属 *Araucarioxylon* Kraus, 1870

模式种: *Araucarioxylon carbonaceum* (Witham) Kraus

属征: 生长轮清楚、不明显或不存在; 管胞径壁纹孔南洋杉式, 通常多列互生, 多角形, 有时单列, 排列紧密; 交叉场纹孔柏木型; 管胞不具螺旋加厚; 射线细胞单列, 偶而在局部双列。

时代与分布: 二叠纪至新近纪; 南、北半球。

山东南洋杉木 *Araucarioxylon shandongense* Prakash U & N Z Du (图版7-1, 图1-6)

1995 *Araucarioxylon shandongense*, Prakash, Du and Tripathi. 页343 ~ 360, 图12 ~ 17.

特征: 生长轮明显, 界以扁平的晚材管胞; 轮较宽, 780 ~ 5000 μm 。早材至晚材急变。晚材带窄, 1 ~ 4列细胞, 或20 ~ 60 μm 宽。晚材管胞矩形, 径向扁平, 切向直径35 ~ 45 μm , 径向直径20 ~ 36 μm , 壁厚, 9 μm ; 早材管胞方形、多边形, 切向直径35 ~ 45 μm , 径向直径45 ~ 60 μm , 壁薄, 4 μm 。管胞径壁纹孔1 ~ 2列; 单列纹孔圆形或稍扁, 彼此紧密接触; 2列纹孔六边形, 互列紧挤, 间或圆形、卵形, 分离。纹孔直径24 μm , 孔口10 μm , 卵形; 弦壁纹孔未见。眉条未见。木射线单列, 极少2列或成对; 高1 ~ 20 (通常1 ~ 14) 细胞或20 ~ 360 μm ; 同形细胞组成。切向壁上射线细胞圆形或卵形, 多数30 μm 高, 15 μm 宽, 径向长48 μm 。射线细胞径向壁和水平壁薄、平滑, 间或含树脂。交叉场纹孔柏木型, 6 ~ 13个, 卵形或圆形, 分离或紧挤, 通常2 ~ 3横列; 纹孔口卵形或长形, 直径6 μm 。轴向薄壁组织和树脂道未见。

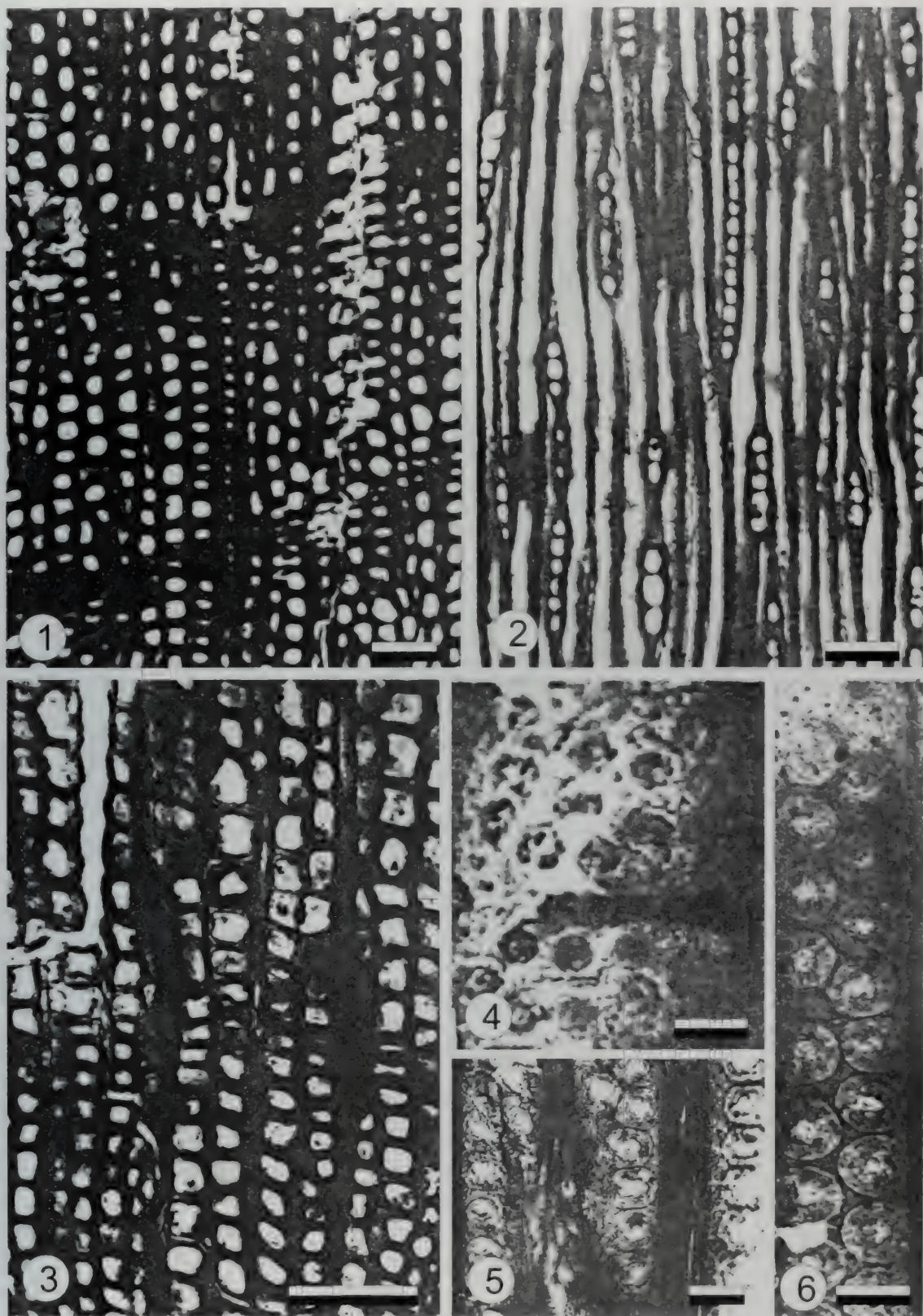
产地与层位: 山东即墨; 中新世枫山组上部。

7.3.1.2 松科 Pinaceae

黄杉型木属 *Pseudotsugaxylon* J J Yang, 1994

模式种: *Pseudotsugaxylon pingzhangensis* J.J. Yang

属征: 生长轮明显, 早材至晚材管胞胞壁厚度略急变或急变。早材管胞横切面呈长方形及六边形, 少数多边形。管胞径壁1列, 具横纹, 但多数因压挤而不得见。螺旋加厚甚明显, 倾斜分布。轴向薄壁组

图版7-1 山东南洋杉木 *Araucarioxylon shandongense* (引自Prakash, Du and Tripathi, 1995)

1 横切面，示生长轮明显 早材至晚材急变；晚材带窄，标尺50 μm ；2 弦切面，示射线形态，标尺50 μm ；3 横切面，示生长轮，标尺60 μm ；4 径切面，示交叉场纹孔，标尺6 μm ；5 径切面，示管胞壁纹孔1列，标尺24 μm ；6 径切面，示管胞壁纹孔2列，标尺24 μm

射线有单列和纺锤形2类。单列射线数多。纺锤形射线内具径向树脂道。射线细胞圆形、卵圆形及椭圆形；含深色树脂；水平壁纹孔及端壁节状加厚明显。射线管胞内壁有螺纹加厚。但端壁具缘纹孔未见。射线细胞与轴向管胞交叉场纹孔杉木型及云杉型(?)，4~6(通常4)个，1~3(通常2)横列。树脂道分轴向和径向两类。轴向树脂道在横切面上，晚材带和早材带外部有被压挤的、似树脂道的裂隙，在弦切面上有2条纵剖面的轴向树脂道。径向树脂道0~2个/mm²，树脂道周围有5~7个厚壁的泌脂细胞。

时代与分布：第三纪；亚洲、北美。

平庄原始黄杉型木 *Pseudotsugaxylon pingzhangensis* J. J. Yang (图版7-2, 图1-3)

1994 *Pseudotsugaxylon pingzhangensis*, 陶君容, 杨家驹, 王宇飞, 页111~116, 图版I, 图1~8

特征：生长轮明显，早材至晚材管胞胞壁厚度略急变或急变。早材管胞横切面呈长方形及六边形，少数多边形，早材管胞弦向直径18~22 μm，弦壁厚2.2~2.7 μm，其径壁纹孔1列，甚稀疏，但多数因压挤而不得见。螺纹加厚甚明显，倾斜分布。木射线有单列和纺锤形两类。单列射线数多；单列射线8~11根/mm，宽9~11 μm，高1~18个细胞(19~105 μm)或以上，多数高2~7个细胞(36~48 μm)；纺锤形射线内具径向树脂道，宽26~42 μm，近道上下方横列2~3个细胞，向上和向下逐渐单列，单列尾部高2~6个细胞。射线细胞圆形、卵圆形及椭圆形；含深色树脂；水平壁纹孔及端壁节状加厚明显。射线管胞内壁有螺纹加厚。但端壁具缘纹孔未见。交叉场纹孔杉木型及云杉型，4~6(通常4)个，1~3(通常2)横列。轴向薄壁组织未见。木材在石化前已有菌丝存在。

产地与层位：内蒙古赤峰；中新世。

雪松型木属 *Cedroxylon* Kraus, 1872

模式种：*Cedroxylon withami* Kraus

属征：交叉场纹孔小而多，射线细胞所有的壁具明显的纹孔（冷杉型），管胞径向壁通常1-2列对生纹孔，有时3列，眉条明显，木薄壁细胞通常稀少，或不存在，有创伤树脂道。

时代与分布：侏罗纪至第三纪；欧洲、北美、东亚。

伊藤雪松型木 *Cedroxylon yendoi* Stopes et Fuji (图版7-3, 图1-4)

1987 *Cedroxylon yendoi*, 杜乃正, 页63~82, 图版II, 图1~4

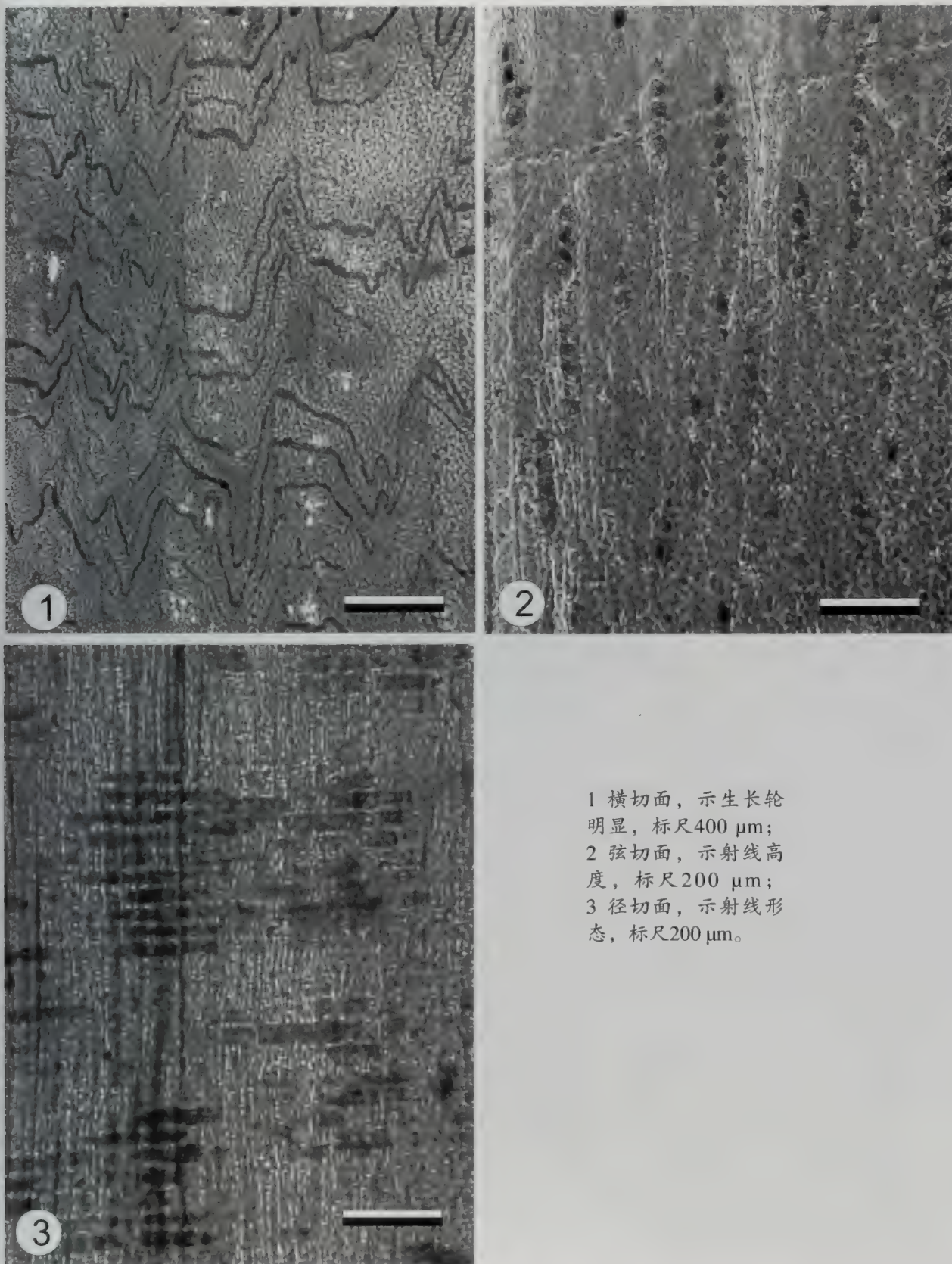
特征：生长轮明显，较宽，约20层以上管胞组成。晚材带狭，仅1~3层管胞。早材至晚材渐变。可见创伤带和假生长轮。横切面早材管胞方形或长方形，管径约89×79 μm，壁厚6 μm；晚材管胞扁矩形。径壁纹孔1~2列，圆形，轴向略扁，彼此分离，对生，直径22 μm；孔口圆形，直径9 μm；眉条显著。弦壁纹孔较少，仅见于晚材中，分布稀疏，纹孔小，圆形，直径约10 μm；纹孔口直径5 μm。木射线单列或纺锤形。彼此间隔1~12层管胞。高1~26细胞，常2~10层（约占65%）。弦切面可见边缘射线细胞椭圆形，轴向伸长，高×宽为22×10 μm；内部细胞圆形到椭圆形，高×宽为18×10 μm。部分射线细胞内具有暗色填充物。纺锤形射线外形和分布不规则，明显为创伤型。其单列部分较短，仅1到几层细胞高，甚至无。射线细胞水平壁厚，有纹孔。边缘射线细胞外壁平滑，未见有明显的射线管胞。交叉场纹孔杉木型或单纹孔，1~4个，常3个；呈1横列；直径约15 μm。轴向薄壁组织不丰富，多集中于晚材带，星散分布；常含深色树脂物质填充，端壁略呈节状加厚。无正常树脂道，有轴向和径向创伤树脂道。轴向树脂道明显呈弦向列，分布于轮界处；树脂道形状多不规则，直径约130 μm。径向树脂道长椭圆形，轴向伸长，形状不规则，很大，长径达270 μm，短径130 μm，其内常具不规则块状填充物。

产地与层位：辽宁抚顺；古新世栗子沟组。

雪松型木属 (未定种) *Cedroxylon* sp. (图版7-4, 图1-4)

1987 *Cedroxylon* sp., 杜乃正, 页63~82, 图版III, 图1~4

图版7-2 平庄原始黄杉型木 *Pseudotsugaxylon pingchangensis*



图版 14 宽缘木 *Cedroxylon yendoi* (引自杜乃正, 1987)



1 横切面, 示生长轮明显, 创伤树脂道丰富, $\times 100$; 2 弦切面, 示射线形态, $\times 240$; 3 径切面, 示管胞壁纹孔, $\times 400$; 4 径切面, 示交叉场纹孔, $\times 480$

特征: 生长轮明显, 较宽, 通常由 23~28 层管胞组成。晚材带狭, 约 6~14 层管胞。早材至晚材渐变。横切面早材管胞方形至长方形, 长宽约 $110 \times 67 \mu\text{m}$, 壁厚 $3 \mu\text{m}$; 晚材扁矩形, 长宽约 $36 \times 10 \mu\text{m}$, 壁厚 $5 \mu\text{m}$ 。径壁纹孔 1~2 列, 少数 3 列, 圆形, 略扁, 呈椭圆形, 离生, 对生, 直径 $12 \mu\text{m}$; 孔口圆形, 直径 $6 \mu\text{m}$; 具眉条。弦壁纹孔稀疏, 纹孔小, 圆形, 直径约 $8 \mu\text{m}$; 孔口 $13 \mu\text{m}$ 。木射线单列, 部分 2 列者多见。彼此间隔 1~15 层管胞。高 1~32 细胞, 常 4~13 层 (约占 70%)。弦切面可见边缘射线细胞三角形或椭圆形, 高 \times 宽约 $20 \times 15 \mu\text{m}$; 内部细胞近圆形, 高 \times 宽为 $18 \times 15 \mu\text{m}$ 。部分射线细胞内具有暗色填充物。射线细胞水平壁上可见有纹孔。边缘射线细胞外壁平滑, 射线管胞未见。交叉场纹孔具缘, 1~4 个, 常 2~3 个, 1 横列。轴向薄壁组织和树脂道未见。

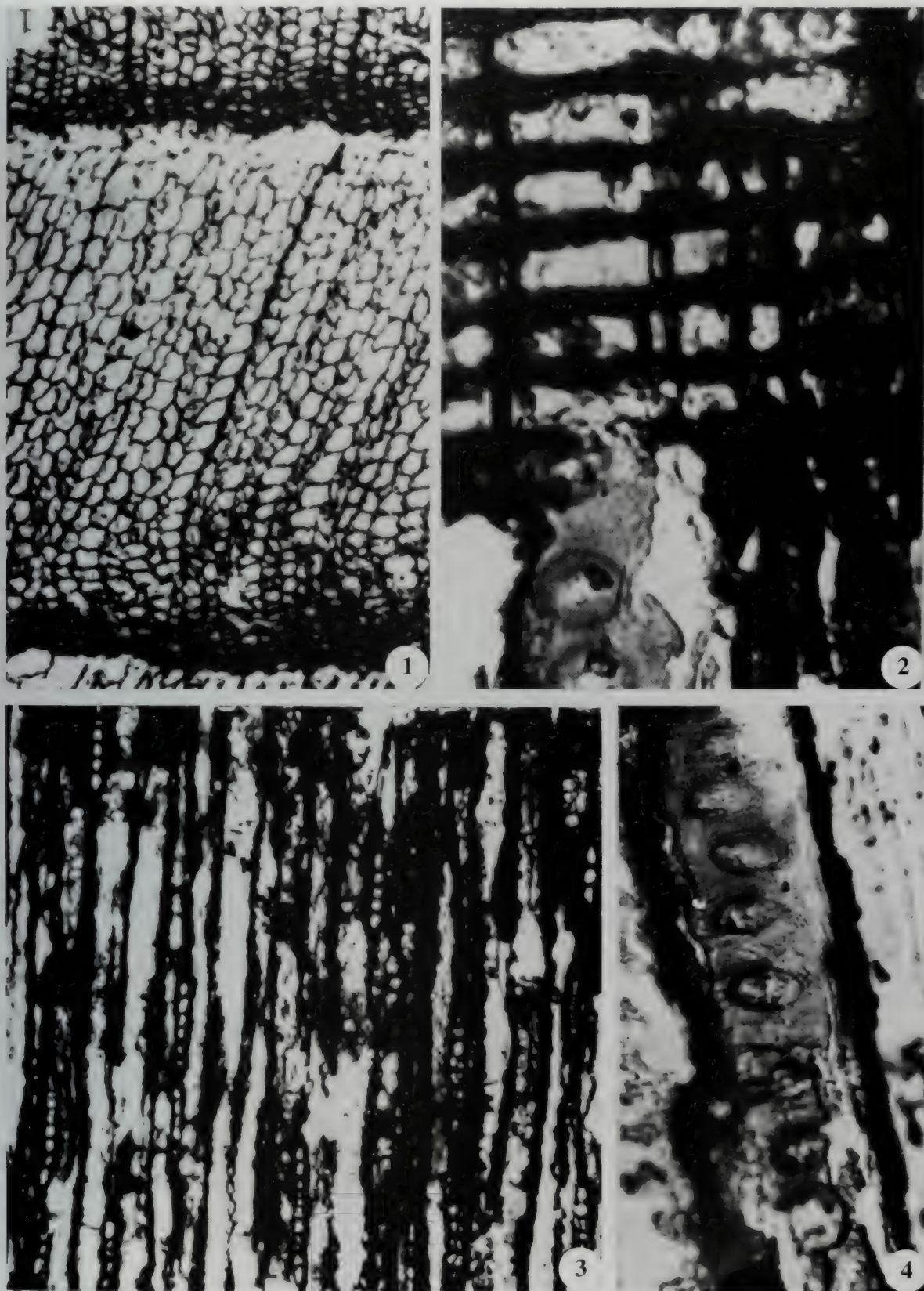
产地与层位: 辽宁抚顺; 古新世栗子沟组。

松属 *Pinus* Linn.

代表种 *Pinus sylvestris* Linn.

特征: 生长轮明显。早材至晚材急变或渐变。无轴向薄壁组织。具单列射线和纺锤状射线; 由射线薄壁细胞组成。射线薄壁细胞水平壁薄至厚。交叉场纹孔窗格状, 部分种类中具松木型。具树脂道。

分布: 广泛分布于北半球, 少数种类分布于南半球。

图版7-4 雪松型木（未定种）*Cedroxylon* sp.（引自杜乃正，1987）

1 横切面，示生长轮明显， $\times 120$ ；2 径切面，示交叉场纹孔， $\times 480$ ；3 弦切面，示射线形态， $\times 120$ ；
 4 径切面，示管胞壁纹孔， $\times 480$

华山松 (相似种) *Pinus cf. armandii* Franchet (图版7-5, 图1-9)

2002 *Pinus armandii*, 康铁梅, 李承森, 姜笑梅, 页90~98, 图版I, 图A-H

2005 *Pinus cf. armandii*, Yi Tiemei, Li Chengsen and Jiang Xiaomei, 页264~270, 图10~15

特征: 生长轮明显。早材至晚材渐变, 生长轮宽度在不同样品间和同一样品内的变化在0.3~12 mm, 多数在2~4 mm, 最窄的生长轮仅有12个细胞组成。早材占生长轮的大部分, 晚材不明显, 窄。管胞径列整齐。早材管胞横切面呈长方形、正方形或多边形。径壁具缘纹孔单列, 少数2列或成对; 纹孔相互分离或邻接, 圆形或卵圆形, 多为圆形, 眉条可见。晚材管胞横切面呈扁矩形, 径壁具缘纹孔单列, 圆形。最后数列晚材管胞弦壁明显。木射线具单列射线和纺锤形射线。由射线薄壁细胞和射线管胞组成。单列射线高1~18细胞。纺锤射线具径向树脂道, 尾端单列细胞1~8个; 射线薄壁细胞水平壁薄, 纹孔明显, 数少。端壁多数平滑, 有时可见到节状加厚, 具节1~2; 射线管胞位于射线边缘或中部, 有时低射线全由射线管胞组成。射线管胞内壁平滑或微锯齿状; 在弦切面上, 射线细胞为椭圆形或长椭圆形。交叉场纹孔窗格状, 松木型稀可见; 每个交叉场纹孔数1~4(5)个, 多数1~2个, 多数1横列, 偶尔2横列。具正常轴向和径向树脂道, 泌脂细胞壁薄; 轴向树脂道弦径多数102~135 μm , 最大弦径145 μm , 径向树脂道弦径多数34~49 μm , 最大弦径51 μm 。

产地与层位: 云南龙陵、昌宁、陇川; 上新世羊邑组。

松型木属 *Pinuxylon* Krausel, 1870

属征: 生长轮明显。木射线分单列及纺锤形木射线两类。纺锤形射线具径向树脂道。交叉场纹孔窗格状和似窗格状。具轴向和径向树脂道, 泌脂细胞壁薄。

时代与分布: 白垩纪至第三纪; 北半球。

松型木属 (未定种) *Pinuxylon* sp. (图版7-6, 图1-3)

1994 *Pinuxylon* sp. 陶君容, 杨家驹, 王宇飞, 页111~116, 图版II, 图6~8

特征: 生长轮明显, 宽0.5 mm以上。早材至晚材渐变。轴向管胞胞壁上有类似螺纹加厚的裂隙。径壁纹孔1列, 排列稀疏。木射线分单列及纺锤形木射线两类。单列射线宽13~16 μm , 稀2列; 高1~15个细胞(18~226 μm)或以上, 多数4~8个细胞(86~144 μm)。纺锤形射线具径向树脂道, 宽44~63 μm 。近树脂道上下方约2个细胞, 横列, 向上或向下急变成单列尾部, 单列尾部高3~6个细胞。射线细胞卵圆形或长椭圆形。交叉场纹孔窗格状和似窗格状, 每个交叉场1枚。射线管胞未见。树脂道轴向者在横切面上未见。径向树脂道0~2个/ mm^2 、泌脂细胞壁薄。轴向薄壁组织未见。

产地与层位: 内蒙古赤峰平庄煤矿; 中新世。

云杉型木属 *Piceoxylon* Gothan, 1905

模式种: *Piceoxylon pseudotsugae* Gothan

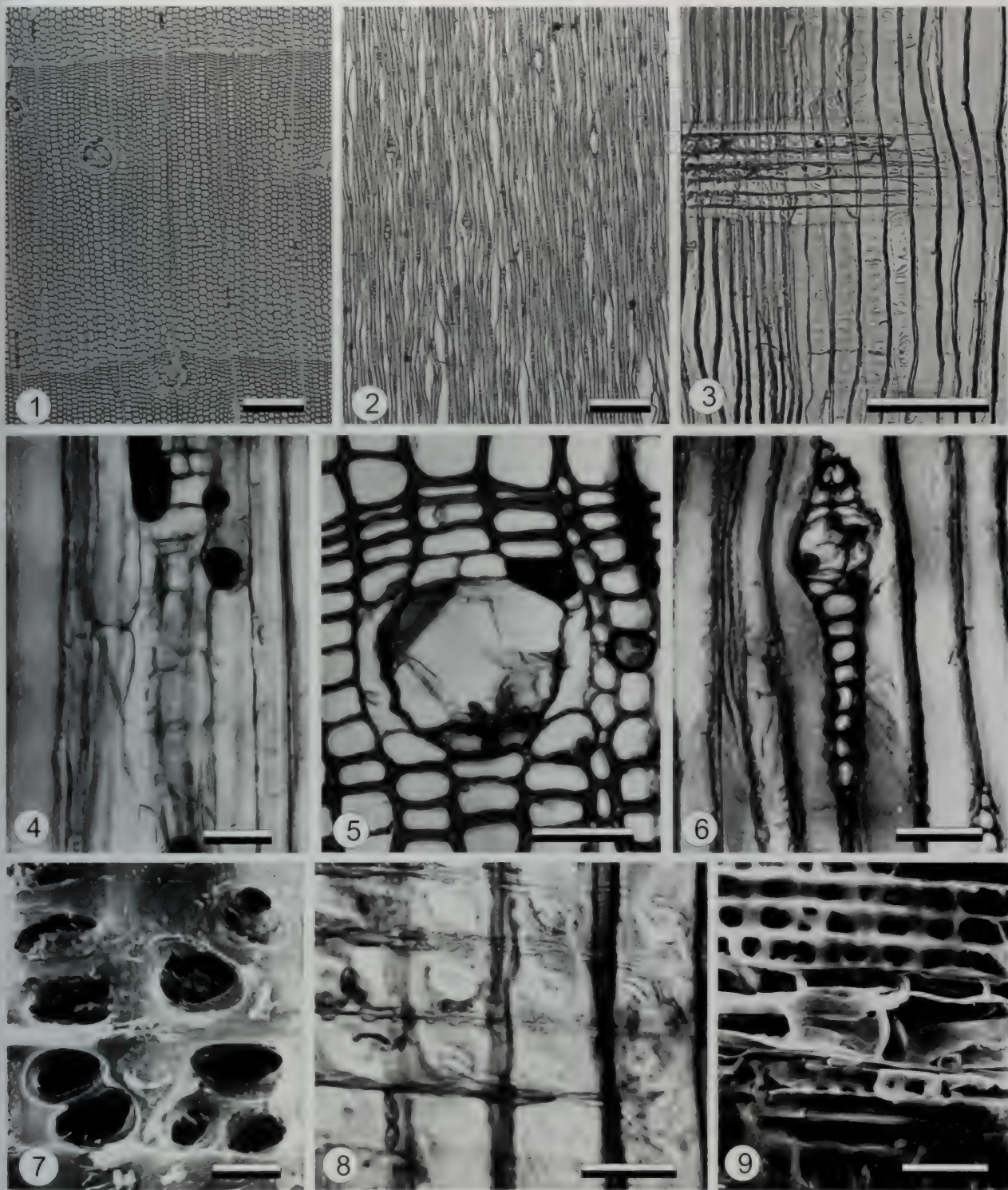
属征: 生长轮明显; 管胞径壁纹孔圆形, 单列或多列, 多列时対生, 交叉场纹孔冷杉式; 具正常的水平和垂直的树脂道和厚壁的分细胞。

时代和分布: 白垩纪至第三纪; 欧洲、东亚、北极和美洲。

东北云杉型木 *Piceoxylon manchurium* Sze (图版7-6, 图4; 图版7-7, 图1-2)

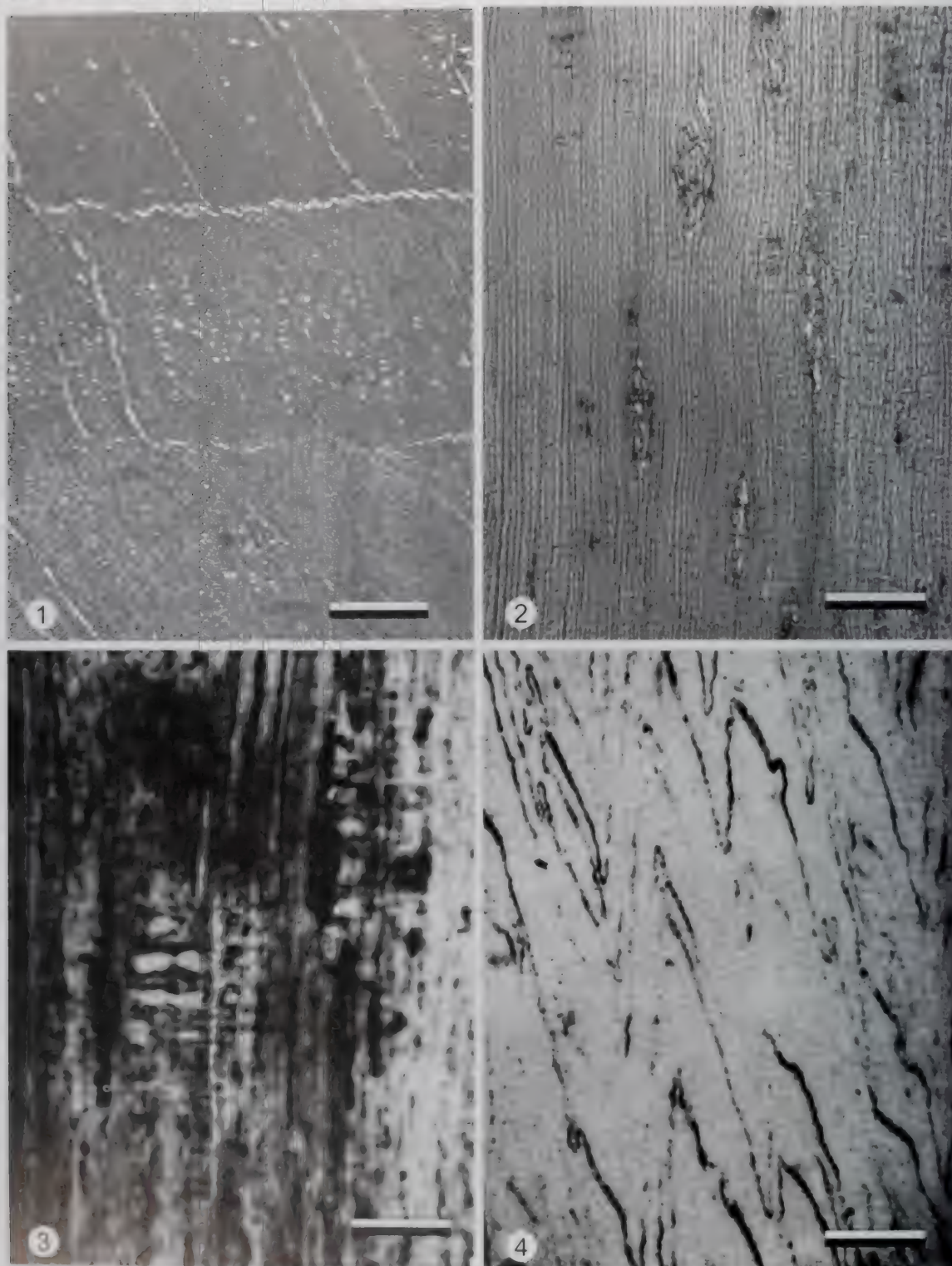
1994 *Piceoxylon manchurium*, 陶君容, 杨家驹, 王宇飞, 页111~116, 图版I, 图9; 图版II, 图1~5

特征: 生长轮明显, 宽0.3 mm或以上, 早材至晚材渐变。轴向管胞(多数因在石化前受压挤不能辨认)径壁具缘孔, 圆形, 直径约30 μm ; 径壁具缘孔少见, 圆形, 1列, 稀疏。螺纹加厚偶见。木射线有单列和双列两种, 单列射线高约16 μm , 高2~10个细胞(44~340 μm), 多数6~10个细胞(81~146 μm), 稀2列; 双列射线高约16 μm , 高约55 μm , 近树脂道上下方横列3~4个细胞; 向上和向下渐

图版7-5 华山松 *Pinus cf. armandii*

1 横切面，示生长轮明显，早材至晚材渐变，轴向树脂道，标尺200 μm ；2 弦切面，示射线高度和径向树脂道，标尺200 μm ；3 径切面，示交叉场纹孔和管胞壁纹孔，标尺200 μm ；4 径切面，示轴向树脂道及薄壁泌脂细胞，标尺200 μm ；5 横切面，示轴向树脂道及薄壁泌脂细胞，标尺100 μm ；6 弦切面，示径向树脂道及薄壁泌脂细胞，标尺50 μm ；7 径切面（SEM），示轴向树脂道及薄壁泌脂细胞，标尺20 μm ；8 径切面，示交叉场纹孔，射线水平壁及射线管胞形态，标尺50 μm ；9 径切面（SEM），示径向树脂道及薄壁泌脂细胞，标尺50 μm 。

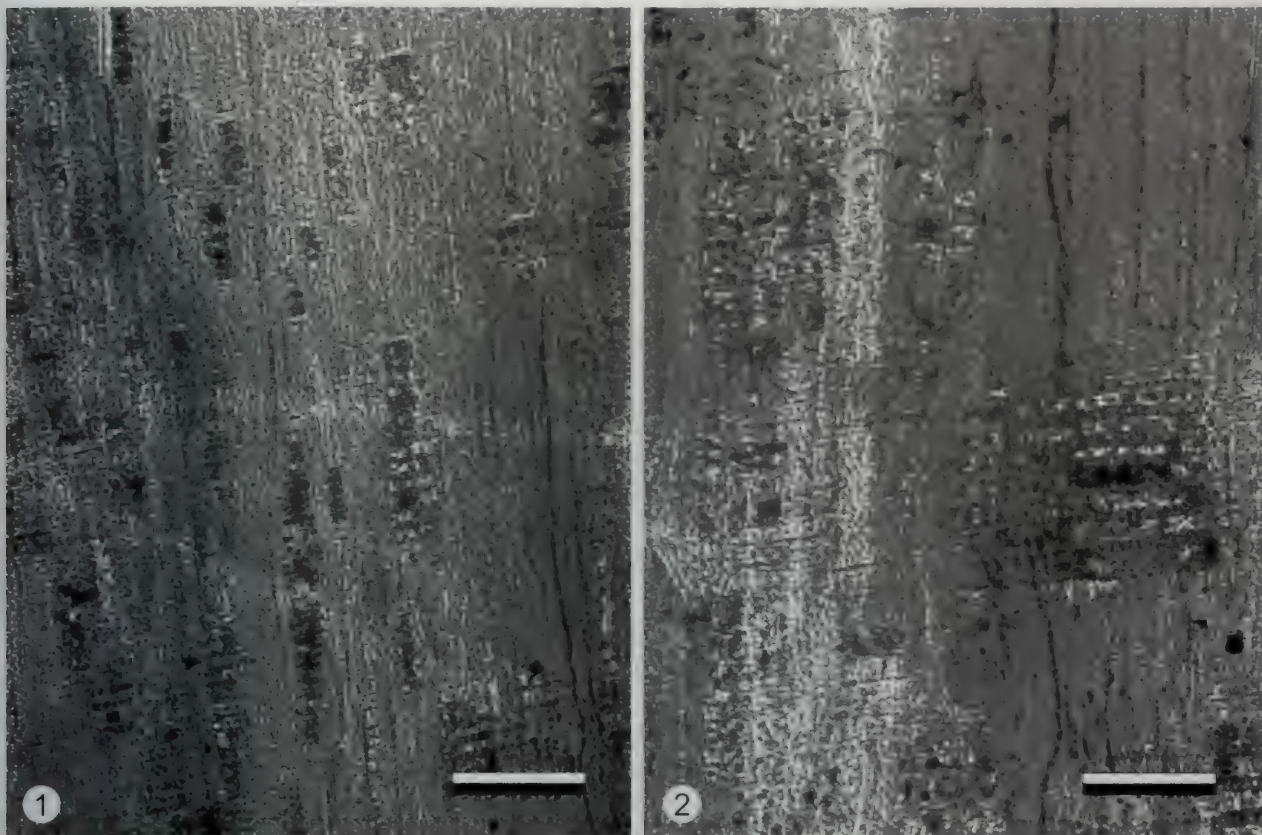
图版7-6 新型木属 (未定种) *Pimarixylon* sp. 等



新型木属 (未定种) *Pimarixylon* sp.

1 横切面, 示射线高度, 标尺 400 μm ; 2 弦切面, 示射线高度, 标尺 200 μm ; 3 径切面, 示射线和交叉层, 标尺 400 μm ;

4 横切面, 示射线高度, 标尺 400 μm 。

图版7-7 东北云杉型木 *Piceoxylon manchurium*1 弦切面，示射线形态，标尺400 μm ；2 径切面，示射线和交叉场，标尺200 μm 。

变，单列尾部6~16个细胞。射线细胞圆及卵圆形；射线管胞数多，径切面上内壁有云杉型射线管胞螺旋加厚(等距小突起)。交叉场纹孔云杉型。树脂道有轴向和径向两类。轴向树脂道在横切面上，仅在晚材带和早材带外部有裂隙。径向树脂道每0~2个/ mm^2 ，树脂道周围约有6个厚壁的泌脂细胞，木材在石化前已有菌丝存在。轴向薄壁组织未见。

产地与层位：内蒙古自治区赤峰市；中新世。

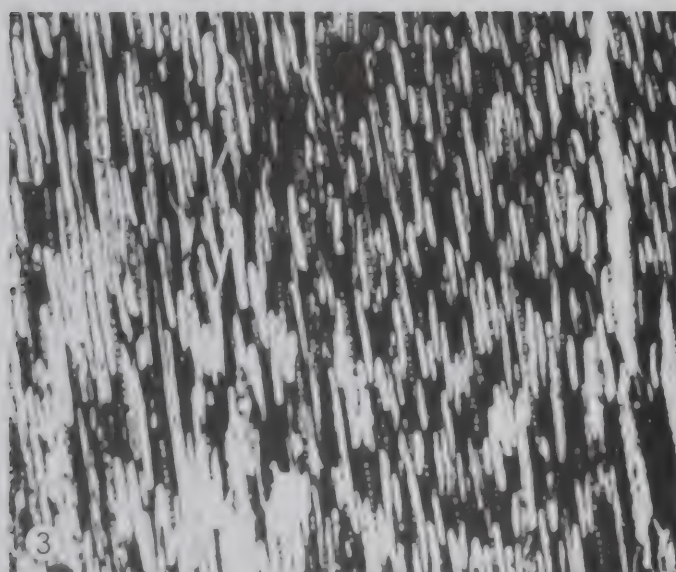
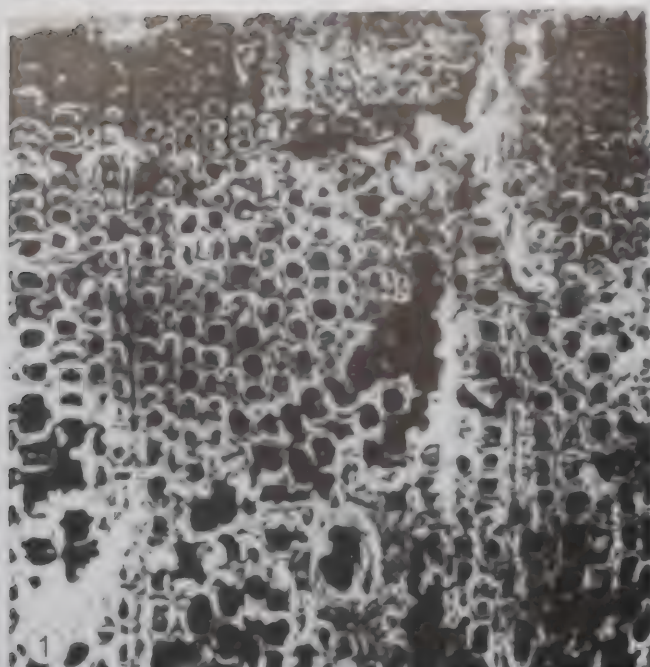
抚顺云杉型木 *Piceoxylon fushunense* Du (图版7-8, 图1-4)

1987 *Piceoxylon fushunense*, 杜乃正, 页63~82, 图版I, 图1~7

特征：生长轮明显，较宽，常宽1.5~2 mm。晚材带较狭，常仅1~4细胞宽。早材至晚材渐变。横切面上早材管胞方形、长方形，最大管径 $57 \times 45 \mu\text{m}$ ，通常 $45 \times 34 \mu\text{m}$ ，壁厚3 μm ；晚材管胞扁矩形，腔窄，管径 $30 \times 10 \mu\text{m}$ ，壁厚6 μm 。径壁纹孔1~2列，常2列，对生，圆形，或部分互生，但不彼此相接成六角形，纹孔直径18 μm ；孔口圆或椭圆形，直径7 μm ；眉条明显。木射线主为单列及纺锤形。射线间常间隔2~11层管胞。木射线高1~25细胞，常10~20层（约占60%）。弦切面可见边缘细胞呈三角形，轴向伸长，高 \times 宽为 $17 \times 12 \mu\text{m}$ ；内部细胞圆或椭圆形， $14 \times 12 \mu\text{m}$ 。射线细胞内一般无暗色填充物。纺锤形射线内常具1或2个径向树脂道，其单列部分较长，达1~11细胞高，通常4~7细胞。射线细胞水平壁纹孔显著。交叉场纹孔小，云杉型或单纹孔，1~5个，常2~4个，内部细胞中呈1横列，边缘细胞中1~2横列。纹孔直径5 μm 。具正常轴向和径向树脂道。轴向树脂道散布于整个生长轮中，其横切面常呈圆形或椭圆形，直径约70 μm ；腔内常有树脂填充。泌脂细胞壁厚，数多，小。轴向薄壁组织未见。

产地与层位：辽宁省抚顺；古新世栗子沟组。

图版7-8 铁杉属化石 *Piceaxylon fushunense* (引自杜乃正, 1987)



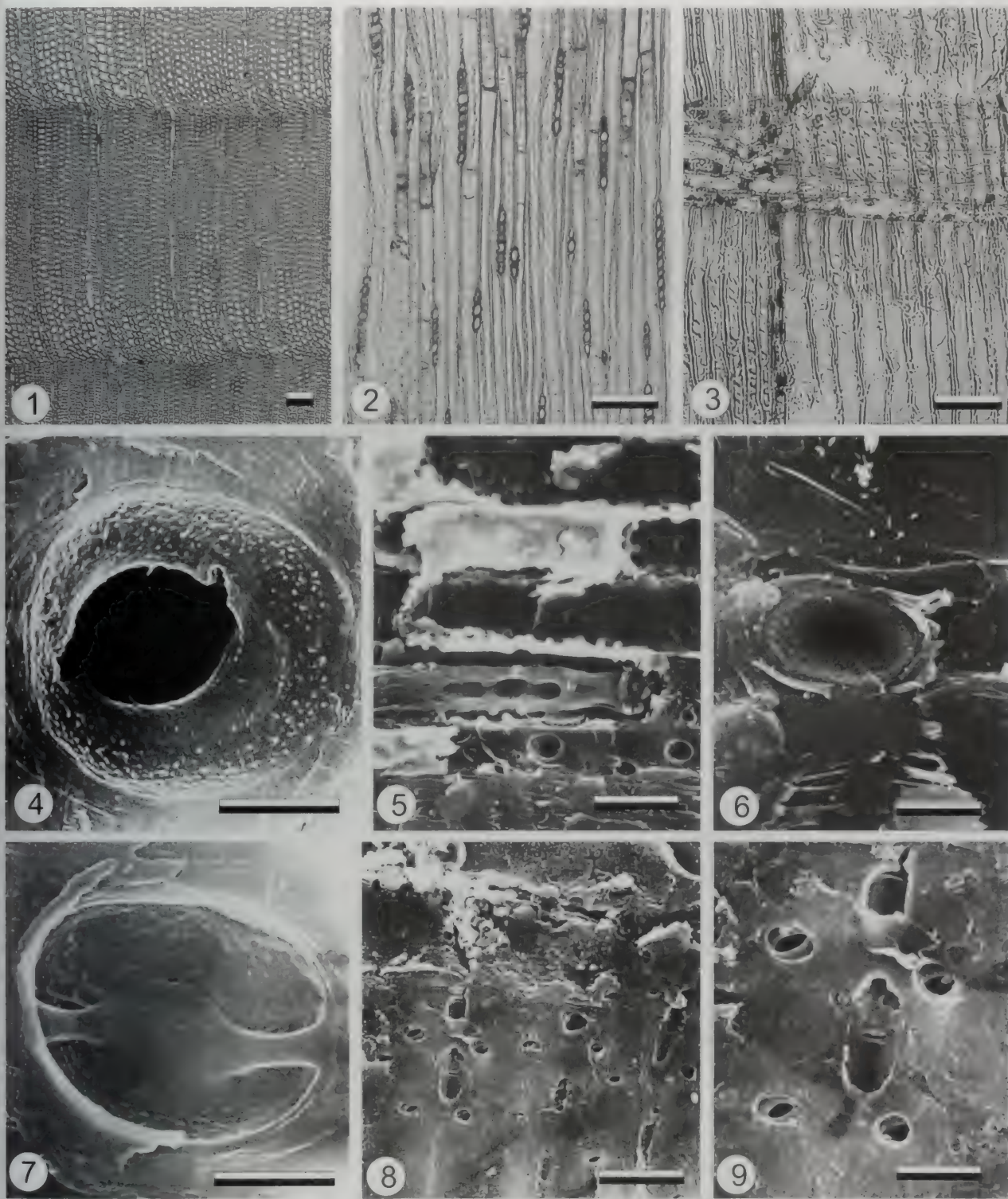
1 横切面(SEM), 示生长轮明显和轴向树脂道, 标尺50 μm ; 2 径切面(SEM), 示交叉场纹孔, 标尺50 μm ; 3 弦切面, 示射线形态, $\times 60$; 4 径切面, 示管胞径壁纹孔对列, $\times 400$

铁杉属 *Tsuga* Franchet

模式种: *Tsuga sieboldii* Carr

特征: 生长轮明显; 早材至晚材急变。管胞径壁纹孔主1列。轴向薄壁组织轮界状分布, 端壁节状加厚明显。射线薄壁细胞水平壁和端壁纹孔和节状加厚明显; 射线管胞出现。交叉场纹孔柏木型, 杉木型。微孔。树脂道未见。

产地和分布: 新生代; 欧洲、东亚、北美洲。

图版7-9 云南铁杉 *Tsuga cf. dumosa*

1 横切面，示生长轮明显，早材至晚材渐变，标尺200 μm ；2 弦切面，示射线高度及轴向薄壁细胞端壁，200 μm ；3 径切面，示交叉场纹孔排列，柏木型，标尺100 μm ；4 径切面（SEM），示管胞壁具缘纹孔内壁瘤状层，标尺10 μm ；5 径切面（SEM），示射线水平壁节状，及射线管胞，20 μm ；6 径切面（SEM），示射线管胞上具缘纹孔内壁瘤状层，5 μm ；7 径切面（SEM）示管胞具缘纹孔具棒状加厚，标尺20 μm ；8 径切面（SEM），示交叉场纹孔排列，20 μm ；9 径切面（SEM），示交叉场纹孔，柏木型，标尺5 μm

云南铁杉 (相似种) *Tsuga cf. dumosa* Eicher (图版7-9, 图1-9)

2002 *Tsuga dumosa*, 康铁梅, 页20, 图版II-XV

2005 *Tsuga cf. dumosa*, Yi Tiemei, Li chengsen and Jiang Xiaomei, 页264 ~ 270, 图1-9

特征: 生长轮明显。早材至晚材略急变至渐变; 轮宽度不均匀, 0.1 ~ 55 mm。早材管胞横切面呈长方形、略方形、多边形, 排列较整齐。径壁具缘纹孔单列, 2列偶见, 对列; 纹孔多相互分离, 少数邻接, 圆形或略椭圆形, 纹孔口多为椭圆形或圆形; 纹孔塞可见; 具缘纹孔膜上具棒状加厚, 多数呈径向延伸, 少数为各向; 纹孔缘表面具明显的瘤状层, 瘤状突起大小相近; 眉条未见。管胞腔内表面瘤状层明显。晚材管胞横切面呈扁椭圆形、略圆形或略方形等, 至接近生长轮1~3列细胞腔略呈裂隙状, 其径壁具缘纹孔1列, 形小且稀疏不连续。最后数列晚材管胞纹孔明显。木射线主要为单列射线, 偶见部分成对。由射线薄壁细胞和射线管胞组成。每3~6根/mm², 射线高1~19细胞, 多数4~12细胞。射线细胞多椭圆形、卵圆形和长椭圆形, 部分细胞等径形。水平壁厚或微厚, 纹孔明显, 数多; 射线细胞端壁节状加厚明显, 垂直或极倾斜, 具节4~8个; 凹痕略明显。射线管胞多位于射线边缘, 1~2列, 有的仅为单个存在, 其内壁平滑, 微波状; 射线管胞具缘纹孔的纹孔缘上具有瘤状层, 瘤状突起大小一致。交叉场纹孔式主要为柏木型, 每个交叉场具纹孔1~5个, 多数2~3个, 1~3横列, 多数1~2横列; 杉木型纹孔偶可见。轴向薄壁组织数少, 1~4个/mm²; 轮界状; 端壁节状加厚明显, 数多, 2~5个。树脂道无。

产地与层位: 云南昌平; 上新世羊邑组。

长苞铁杉 *Tsuga-keteleeria longibracteata* (Cheng) Campo-Duptan et Gaussen (*Tsuga longibracteata*) (图版7-10, 图1-3)

1992 *Tsuga-keteleeria longibracteata* Cheng, 陈秀娟等, 页368 ~ 372, 图5-9.

2005 *Tsuga-keteleeria longibracteata* Cheng, 齐国凡等, 页37 ~ 38, 图版I-24.

特征: 生长轮界线明显, 晚材带色深。伪生长轮存在, 早材带占全生长轮宽度的绝大部分; 早材至晚材略急变。早材管胞最大弦向直径平均约42 μm, 多数33 ~ 38 μm。由于二氧化硅(SiO₂)等矿物质的充填和长期挤压等原因, 早材管胞横切面形状多呈多边形或卵圆形, 其径壁具缘纹孔长卵形及椭圆形, 平均直径约12 μm, 眉条可见。晚材管胞横切面呈不规则的扁平状或长椭圆形, 径壁纹孔小, 径壁纹孔可见。木射线平均约11根/mm, 通常单列, 宽13 ~ 26 μm。射线高度1~21个细胞, 多数在4~8个细胞。射线薄壁细胞多为卵圆形, 含深色内含物。具射线管胞, 通常存在于射线薄壁细胞上下缘1~2列(通常1列), 外缘呈波浪形。交叉场纹孔柏木型, 多数2~3个。轴向薄壁组织轮界状、星散状乃至星散-间位型, 具内含物。仅具轴向树脂道, 多分布在晚材带附近, 轮间也有分布, 多单独存在。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。

7.3.1.3 杉科 Taxodiaceae

杉木属 *Cunninghamia* R. Br.

模式种: *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.

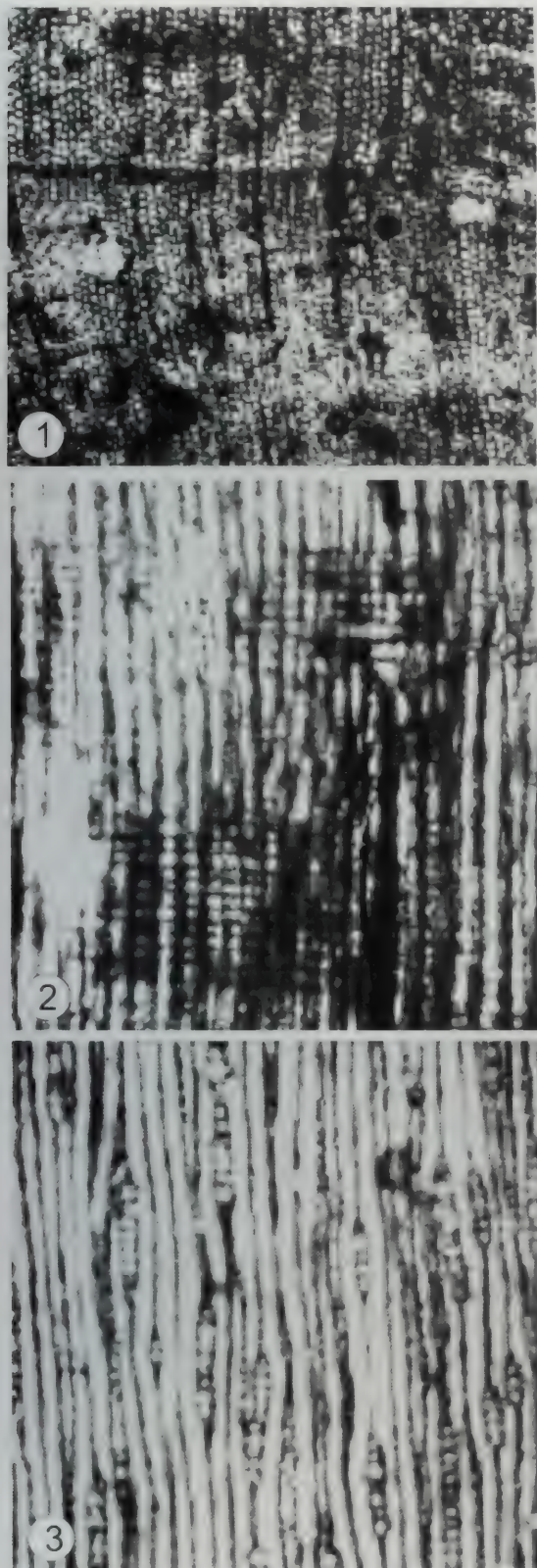
属征: 生长轮明显, 晚材带狭; 早材至晚材渐变。早材管胞径壁具缘纹孔1~2列, 间或3列。晚材管胞径壁具缘纹孔明显, 无螺状加厚。木射线具单列, 间或成对或2列; 射线薄壁细胞水平壁纹孔数少; 端壁无节状加厚; 凹痕可见。交叉场纹孔杉木型, 1~5个。轴向薄壁组织丰富, 星散状, 多分布于晚材带。树脂道未见。

时代与分布: 新生代; 亚洲

杉木 *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook (图版7-11, 图1-3)

1990 *Cunninghamia lanceolata*, 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞湖, 页379 ~ 383, 图版I, 图1~3

2005 *Cunninghamia lanceolata*, 齐国凡等, 页39, 图版I-9

图版7-10 长苞铁杉 *Tsuga-keteleeria longibracteata*

1 横切面，示生长轮及管胞形态， $\times 50$ ；2 径切面，示交叉场纹孔柏木型；早材管胞径壁纹孔单列， $\times 250$ ；3 弦切面，示射线形态， $\times 250$

特征：生长轮明显，轮间介以极窄的深色晚材带，轮宽2~3 mm，有假生长轮存在。早材管胞在放大镜下可见，横切面为方形及不规则的多边形，最大弦径28 μm ，多数26~33 μm ；螺纹加厚未见。径壁具缘纹孔1列（稀2列），卵圆及椭圆形，直径14~19 μm ；纹孔口圆形及椭圆形。晚材管胞横切面多为矩形及多边形；弦径23~30 μm ；螺纹加厚未见。径壁纹孔1列，圆形。木射线在放大镜下明显；密度稀至中，宽度甚窄；径切面上有射线斑纹，4~8根/mm。单列，稀2列或成对。高1~31细胞，多数3~12细胞。射线全由薄壁细胞组成，细胞呈圆形及椭圆形；水平壁纹孔少而不明显，端壁节状加厚未见。少数含深色树脂。交叉场纹孔式为杉木型，1~4个，通常2~3个，横列。轴向薄壁组织量多。星散状及弦列带状；端壁节状加厚不明显，通常含深色树脂；早晚材均有分布。树脂道未见。

产地与层位：武汉新洲；新近纪。

红杉型木属 *Sequoioxylon* Torrey, 1923

模式种：*Sequoioxylon sequoianum* Torrey

属征：生长轮明显。早材至晚材渐变。早材管胞径壁纹孔1~3列，3列者多见，圆形或略扁，分离，对生，直径23 μm ；眉条显著。木射线单列或部分2列。高1~40细胞；射线细胞横和弦壁薄而平滑。未见射线管胞。交叉场纹孔杉木型或单纹孔，2~4个（常2）；呈1~2横列。轴向薄壁组织丰富，星散分布；端壁薄而平滑。

时代与分布：新生代；亚洲和北美。

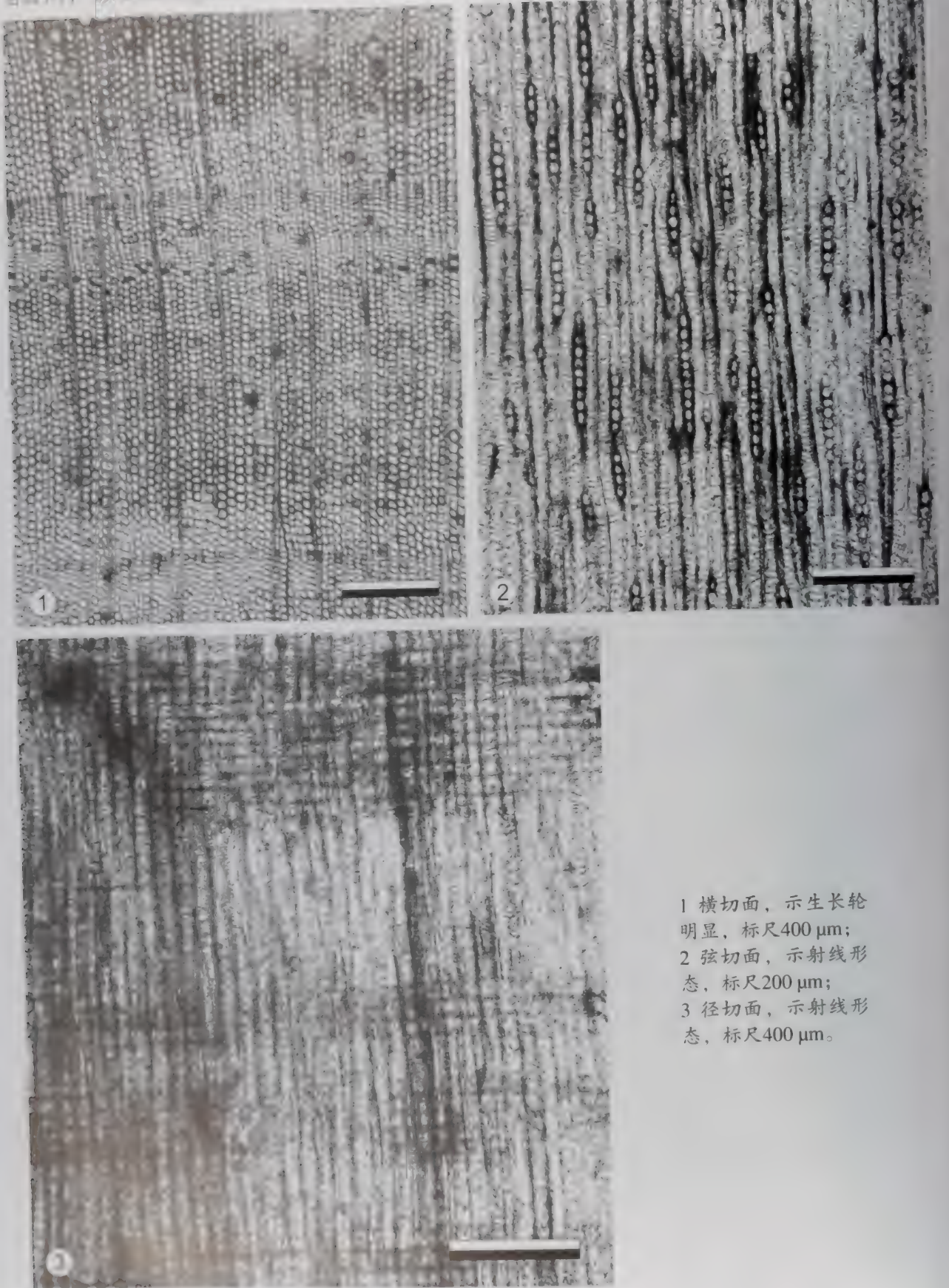
红杉型木 *Sequoioxylon sequoianum* (Schimal.)

(图版7-12, 图1-5)

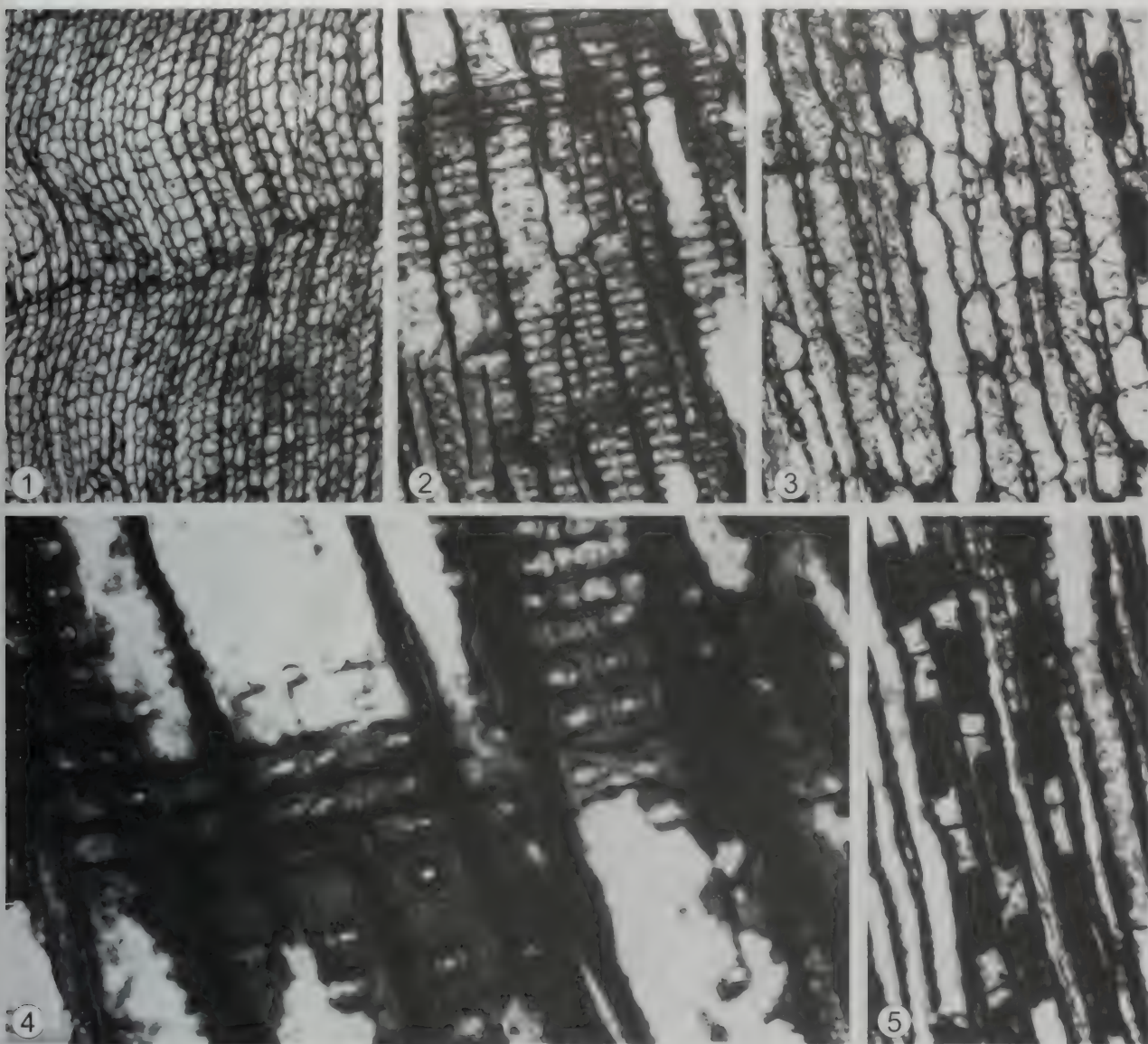
1987 *Sequoioxylon sequoianum*, 杜乃正, 页63~82, 图版IV, 图1~5; 图版V, 图1~5

特征：生长轮明显。晚材带极窄，仅1~2层管胞组成。早材至晚材渐变。横切面早材管胞方形或长方形，通常长宽约68~57 μm ，壁厚2 μm ；晚材扁矩形，长宽约45~33 μm ，壁厚3 μm 。径壁纹孔1~3列，3列者多见，圆形或略扁，分离，对生，直径23 μm ；孔口大，圆形，长径11 μm ；眉条显著。弦壁纹孔仅见于晚材中，分布不规则，纹孔小，圆形，直径约13 μm 。木射线单列或部分2列。彼此间隔1~12层管胞。高1~40细胞，常1~15层（约占80%）。弦切面可见边缘射线细胞，高 \times 宽

图版 7.11 杉 *Cunninghamia lanceolata*



1 横切面，示生长轮明显，标尺400 μm；
2 弦切面，示射线形态，标尺200 μm；
3 径切面，示射线形态，标尺400 μm。

图版7-12 红杉型木 *Sequoioxylon sequoianum* (引自杜乃正, 1987)

1 横切面, 示生长轮明显, 早材至晚材急变及轴向薄壁细胞, $\times 60$; 2 径切面, 示交叉场纹孔杉木型, $\times 100$; 3 弦切面, 示射线高度及轴向薄壁细胞端壁平滑, $\times 100$; 4 径切面, 示交叉场纹孔杉木型, $\times 400$; 5 弦切面, 示射线高度及轴向薄壁细胞端壁平滑, $\times 120$

为 $22 \times 11 \mu\text{m}$; 内部细胞 $18 \times 16 \mu\text{m}$ 。射线细胞内具有少量暗色填充物。射线细胞横和弦壁薄而平滑。未见射线管胞。交叉场纹孔杉木型或单纹孔, 2~4个(常2); 呈1~2横列; 纹孔外形圆或椭圆形, 直径约 $7 \mu\text{m}$, 孔口横向。轴向薄壁组织丰富, 星散分布; 其内多含深色树脂物质填充, 端壁薄而平滑。树脂道未见。

产地与层位: 辽宁抚顺煤田; 古新世栗子沟组

台湾杉型木属 *Taiwanioxylon* Chudajb. 1964

模式种: *Taiwanioxylon kraushennikovii* Chudajb. 1964

属征: 生长轮明显。早材至晚材渐变。早材管胞径壁纹孔1~2列, 圆形, 略扁, 分离, 对生。木射线单列, 部分2列者少见。高1~14细胞。射线细胞水平壁, 平滑, 略厚; 端壁薄而平滑。无射线管胞。

交叉场纹孔柏木型或单纹孔，1~6个（常2~4）；呈1~2横或纵列。轴向薄壁组织丰富，星散分布。端壁略厚，或略成节状。

时代与分布：新生代；亚洲。

秃杉型木 *Taiwanioxylon kraushennikovii* Chudajb (图版7-13, 图1-4)

1987 *Taiwanioxylon kraushennikovii*, 杜乃正, 页63~82, 图版III, 图5~8

特征：生长轮明显，通常较窄，由5~23层管胞组成。晚材带较狭，约1~6层管胞。早材至晚材渐变。横切面早材管胞方形、长方形，通常长宽约45~33 μm ，壁厚2 μm ；晚材管胞扁矩形，腔较窄，最小管径约22~10 μm ，壁厚4 μm 。径壁纹孔1~2列，圆形，略扁，分离，对生，直径17 μm ；孔口圆形，直径7 μm 。弦壁纹孔少量，仅见于晚材带中，圆形，稀疏。部分管胞壁上具宽的螺旋状裂隙。木射线单列，部分2列者少见。彼此间隔2~20层管胞。高1~14细胞，常2~6层（约占70%）。弦切面可见边缘射线细胞呈椭圆形，轴向伸长；内部细胞圆形或椭圆形，长径22 μm 。一般无暗色填充物。射线细胞水平壁，平滑，略厚；端壁薄而平滑。无射线管胞。交叉场纹孔柏木型或单纹孔，1~6个（常2~4）；呈1~2横或纵列；纹孔外形圆或椭圆形，斜向，直径约12 μm 。轴向薄壁组织丰富，星散分布。其内多含深色树脂物质填充，端壁略厚，或略成节状。树脂道未见。

产地与层位：辽宁抚顺；古新世栗子沟组。

落羽杉型木属 *Taxodioxydon* Hartig 1848 emend. Gothan 1905

模式种： *Taxodioxydon goepperti* Hartig

属征：生长轮清楚；管胞螺旋加厚缺乏，具缘纹孔圆形，1~4列，单列时多分离，偶尔接触，双列及多列时对生排列。木射线单列，偶尔双列，水平壁纹孔偶见或缺乏；木薄壁细胞组织常见，横壁加厚。交叉场纹孔杉木型或柏木型，多1~6个。正常树脂道缺乏。

时代与分布：白垩纪至第三纪；北半球。

中国落羽杉型木 *Taxodioxydon chinense* Du (图版7-14, 图1-6)

1988 *Taxodioxydon chinense*, Du N Z and U Prakash, 页85~89, 图版I, 图1~9

特征：生长轮明显，界以径向扁平的晚材管胞。宽840~1260 μm ；早材至晚材或多或少急变。晚材带7~18细胞宽，通常宽于10细胞或180 μm ，比早材窄。晚材管胞方形或矩形，腔小，径向扁平；切向直径24~25 μm ，径向直径18~45 μm ；壁厚，6 μm ；腔小。早材带10~20细胞宽，壁薄，3 μm ；管胞方形、矩形，腔大；切向直径36~45 μm ，径向直径45~90 μm 。管胞径壁纹孔1~3列；早材管胞径壁纹孔圆形，对列，分离或接触，常成对；纹孔直径27 μm ，孔口圆形，径9 μm 。眉条可见。弦壁纹孔圆形，较小，直径15 μm ，孔口圆形。木射线单列，高1~16细胞或39~390 μm ，多数4~9细胞或182~260 μm ；切向面射线细胞圆形、方形、矩形或桶状；通常27 μm ，高30 μm ，径向长150 μm ，间或具有胶状沉积物。射线细胞径向壁和水平壁薄、平滑。交叉场纹孔杉木型，2~5多数3个，1~2横列；孔口较大，卵形，直径12 μm 。轴向薄壁组织丰富，星散状或切向带状，主要分布于早材，富含树脂；薄壁细胞横切面上方形或矩形，直径50 μm ，通常具有胶状沉积物。树脂道未见。

产地与层位：云南景东；中新世。

鳞杉式落羽杉型木 *Taxodioxydon cryptomerioides* Schonfeld (图版7-15, 图1-7)

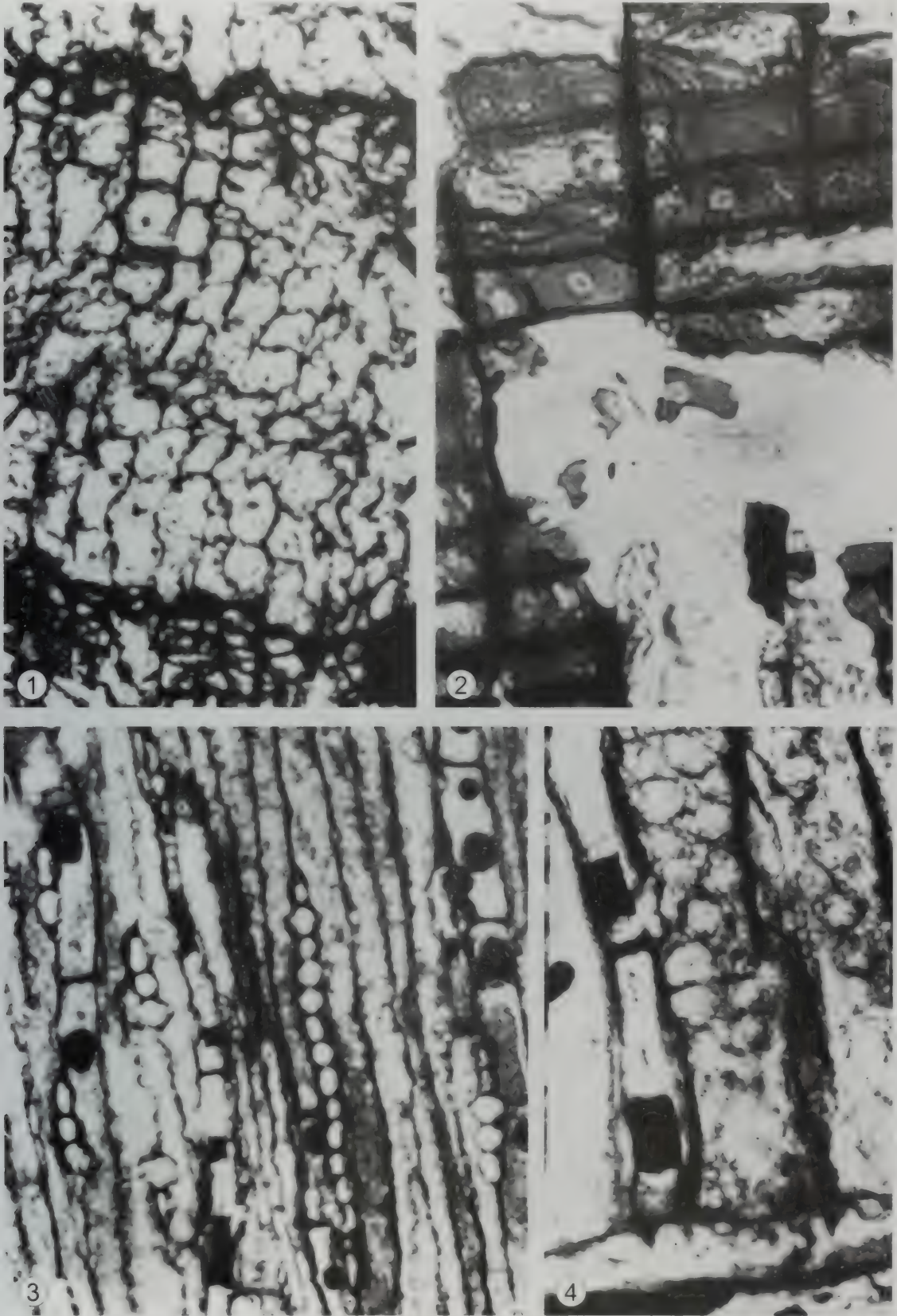
1987 *Taxodioxydon cryptomerioides*, 杜乃正, 页63~82, 图版V, 图6~7, 图版IV, 图5~7

2002 *Taxodioxydon cryptomerioides*, 袁铁梅, 页28, 图版XVI, 图1-7

2003 *Taxodioxydon cryptomerioides*, Yi Tiemei, Li Chengsen and Xu Jingxian, 页384~389图A-1

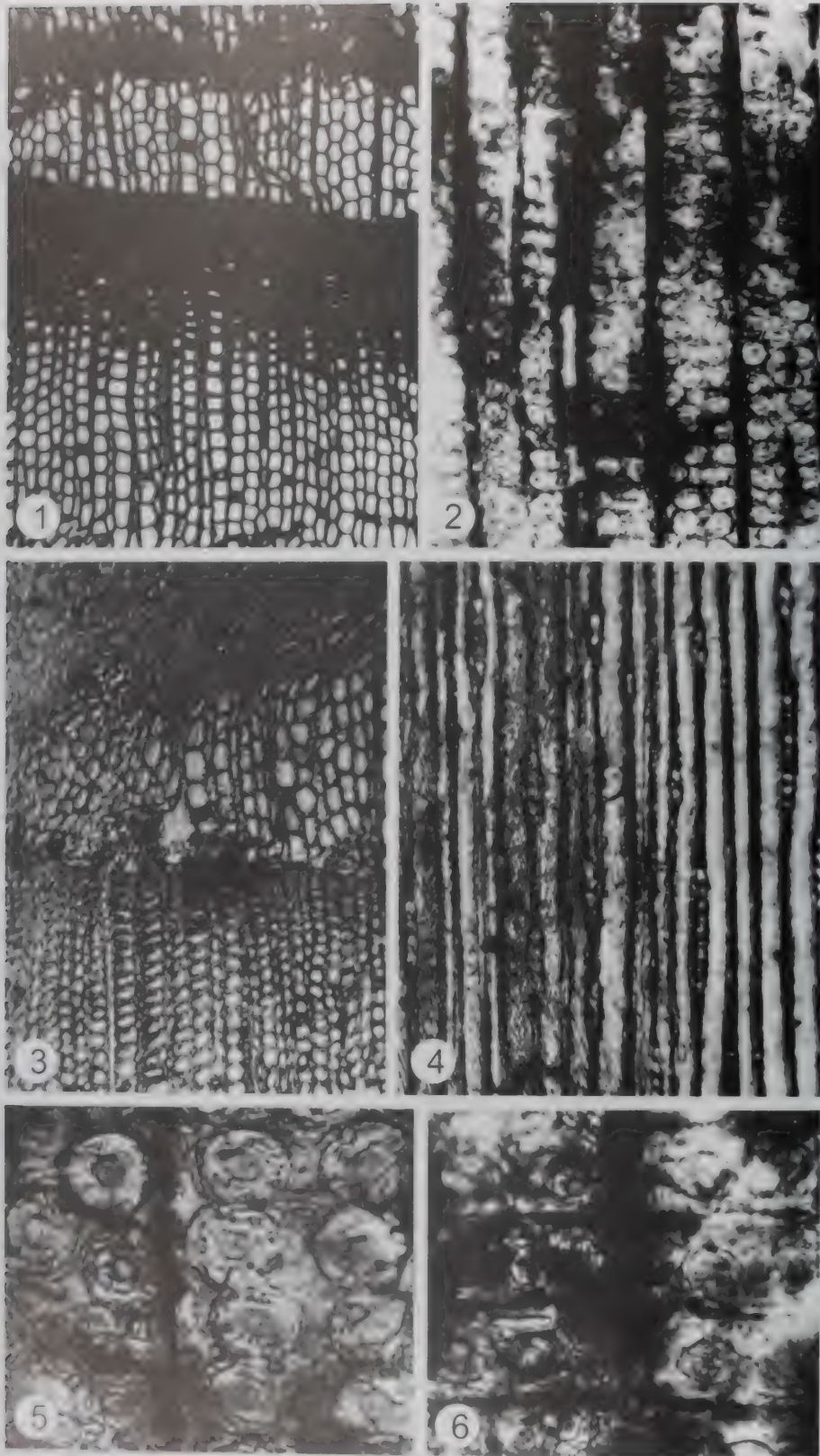
特征：生长轮明显。早材带占整个生长轮的绝大部分，晚材窄。早材至晚材略急变。轮宽15~35 mm。

图版7-13 秃杉型木 *Taiwanioxylon krausheninnikovii* (引自杜乃正, 1987)

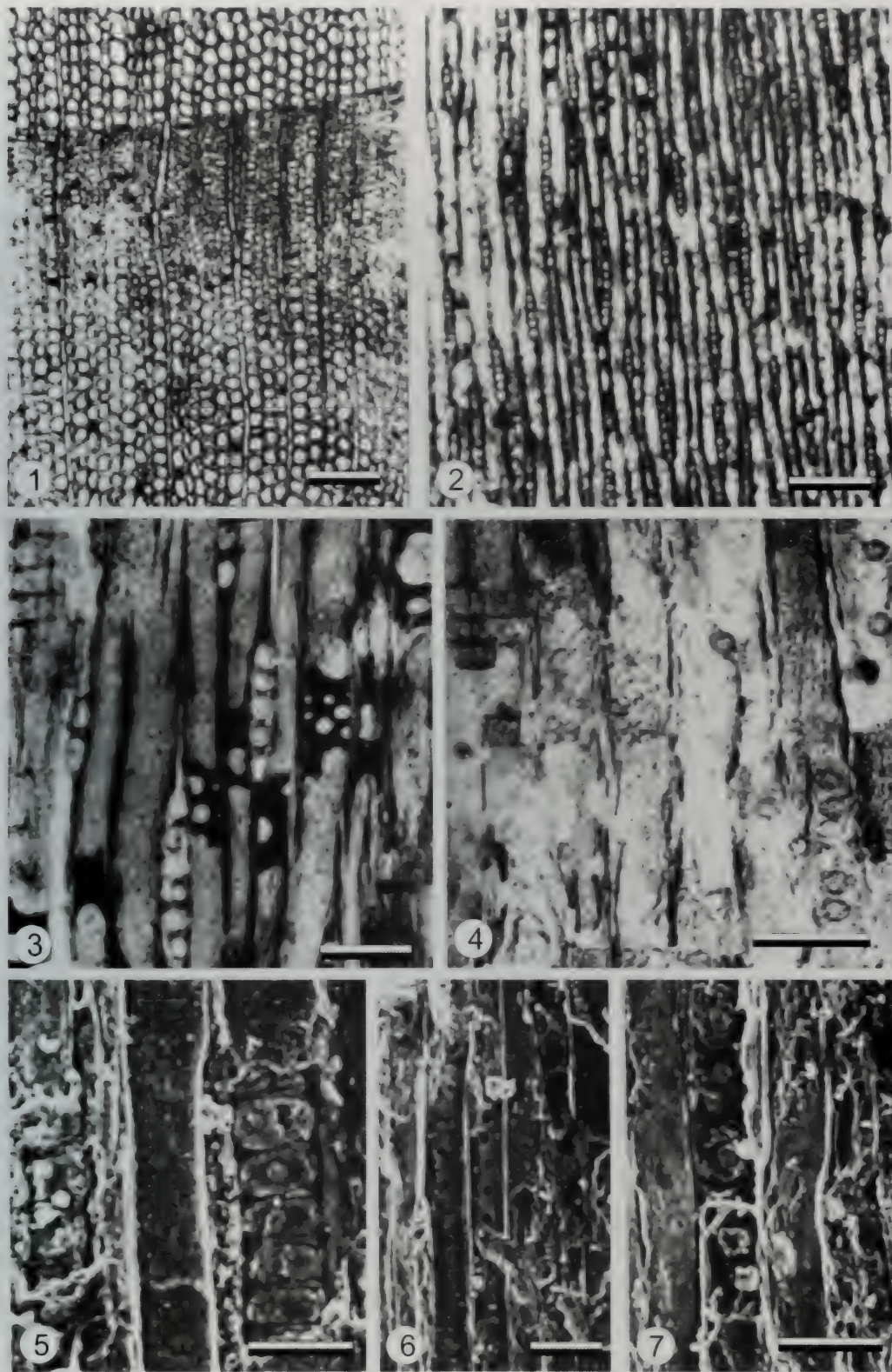


1 横切面, 示生长轮明显, 早材至晚材急变及轴向薄壁细胞, $\times 120$; 2 径切面, 示交叉场纹孔柏木型, $\times 360$; 3 弦切面, 示射线高度, $\times 120$; 4 弦切面, 示轴向薄壁细胞端壁平滑, $\times 360$

图版16 中国红杉型木 *Taxodioxylon chinense* (引自Du, 1988)



1 横切面，示管胞具明显端壁，管胞呈梯形， $\times 80$ ；2 径切面，示管胞壁具缘纹孔2-3列， $\times 200$ ；3 横切面，示管胞具明显端壁，管胞呈梯形， $\times 80$ ；4 弦切面，示射线形态， $\times 120$ ；5 径切面，示眉条， $\times 1000$ ；6 横切面，示管胞具明显端壁，管胞呈梯形， $\times 1000$ 。

图版 7-15 柳杉式落羽杉杉型木 *Taxodioxyton cryptomerioides*

1 横切面，示生长轮明显，早材至晚材急变及轴向薄壁组织细胞呈散状，标尺200 μm ；2 弦切面，示射线高度，标尺200 μm ；3 弦切面，示轴向薄壁细胞端壁平滑，标尺100 μm ；4 径切面，示管胞壁具缘纹孔1-2列，标尺100 μm ；5 径切面（SEM），示交叉场纹孔杉木型，标尺100 μm ；6 弦切面，示晚材管胞具纹孔，标尺100 μm ；7 弦切面（SEM），示轴向薄壁细胞端壁平滑，标尺100 μm

早材管胞呈径向伸长的四边形、多边形，少数略方形；最大弦向直径85 μm ，多数58~76 μm ，平均72 μm ；壁厚6~7 μm ，平均为6.4 μm ；径壁纹孔1列，偶尔成疏松排列的2列，纹孔圆形或扁圆形，相互分离或偶有邻接；纹孔宽约占管胞全宽的2/3，其直径20~24 μm ，平均约22.6 μm ；纹孔口圆形或椭圆形。晚材管胞多呈横向伸长的四边形、扁椭圆形，少数略呈方形或圆形，接近生长轮界的最后数列管胞胞腔呈裂隙状；最大弦向直径44 μm ，多数25~40 μm ，平均33.7 μm ；壁厚2.9~4.4 μm ，平均4.1 μm ；径壁纹孔明显，多为圆形，1列，直径多为8.6~13.4 μm ；晚材弦壁纹孔明显，圆形，数多且小。木射线全由射线薄壁细胞组成，单列，少数为2列或2列成对，射线高1~17细胞，多数2~10细胞，射线细胞在弦向面多呈长椭圆形至椭圆形、卵圆形；水平壁多数薄，纹孔未见，端壁平滑。交叉场纹孔为杉木型，1~4枚，通常1~2枚，1~2横列，多数1列。纹孔口卵圆形，长轴水平或略倾斜，直径7.6~8.8 μm 。轴向薄壁组织存在，较丰富，呈散状或成短弦线状分布在早晚材中。端壁节状不明显或略现。树脂道未见。

产地与层位：云南南华；晚中新世石灰坝组；辽宁抚顺；古新世栗子沟组。

杉木式落羽杉型木 *Taxodioxyton cunninghamioides* Watari (图版7-16, 图1-4)

2003 *Taxodioxyton cunninghamioides*, Yi Tiemei, Li Chengsen and Xu Jingxian, 页384~389, 图J-O

2002 *Taxodioxyton cunninghamioides*, 袁铁梅, 页28, 图版XVII, 图1~6

特征：生长轮明显，窄，0.07~0.3mm，近平行。晚材部分窄，有1~15细胞宽。早材至晚材渐变。早材管胞呈径向伸长的四边形、多边形，少数略方形；最大弦向直径60 μm ，多数43~52 μm ；壁厚6(4~7) μm ，平均为4.2 μm ；径壁纹孔1~2列，一般2列成对，圆形或扁圆形，直径19.4~23.3 μm ，平均约20 μm 。晚材管胞多呈横向伸长的四边形、扁椭圆形，少数略呈方形或圆形，接近生长轮界的最后数列管胞胞腔呈裂隙状；最大弦向直径44 μm ，多数26.4~41.0 μm ，平均33.7 μm ；壁厚12(8~15) μm ，平均9.2 μm ；径壁纹孔明显，1列，小且稀疏，多圆形，直径多为8.6~13.4 μm 。晚材弦壁纹孔明显可见，数多且小，圆形。木射线全由射线薄壁细胞组成；射线单列，少数射线中部为2列或成对，射线高1~21细胞，多数3~12细胞。射线细胞在弦向面多呈长椭圆形至椭圆形、卵圆形。射线细胞水平壁薄，但通常比端壁厚；纹孔未见或偶具。交叉场纹孔杉木型，1~4枚，通常1~2枚，1~2横列，多数1列。轴向薄壁组织存在，较丰富，呈散状或有时成短弦线状，早晚材内均有分布。端壁节状不明显或略现。树脂道未见。

产地与层位：云南南华；晚中新世石灰坝组。

红杉式落羽杉型木 *Taxodioxyton sequoianum* Li et al. (图版7-17, 图1-8)

1999 *Taxodioxyton sequoianum* Li C Y, Hsiao J Y and Yang C H, 页41~48, 图A-J

特征：生长轮明显，窄，平均宽度0.6 mm。早材至晚材急变。晚材部分由1~4层径向扁平、长方形、厚壁、腔小的管胞组成；管胞大小25~45 μm × 28~45 μm （径向×弦向）。早材部分由5~10层大的、薄壁、方形至多角形、腔大的管胞组成；管胞大小60~95 μm × 28~88 μm （径向×弦向）。径壁纹孔1~4列，多数2~3列，对列；纹孔圆形、口圆形。眉条明显，常见，直或弯曲。晚材弦壁纹孔偶见。木射线全由射线薄壁细胞组成；射线单列，少数射线中部为2列，射线高1~24细胞，多数1~12细胞。射线细胞水平壁薄和端壁平滑。早材交叉场具3~8枚杉木型纹孔；中部交叉场纹孔3~4枚排成单列；射线边缘通常具1~2横列3~8枚纹孔。交叉场纹孔直径10~15 μm 。轴向薄壁组织存在，呈散状或有时成短弦线状，早晚材内均有分布；细胞小于管胞，常含深色内容物。端壁薄，平滑。创伤树脂道偶见。

产地与层位：台湾桃园；中新世公馆凝灰岩组。

落羽杉型木属(未定种) *Taxodioxyton* sp. (图版7-18, 图1-4)

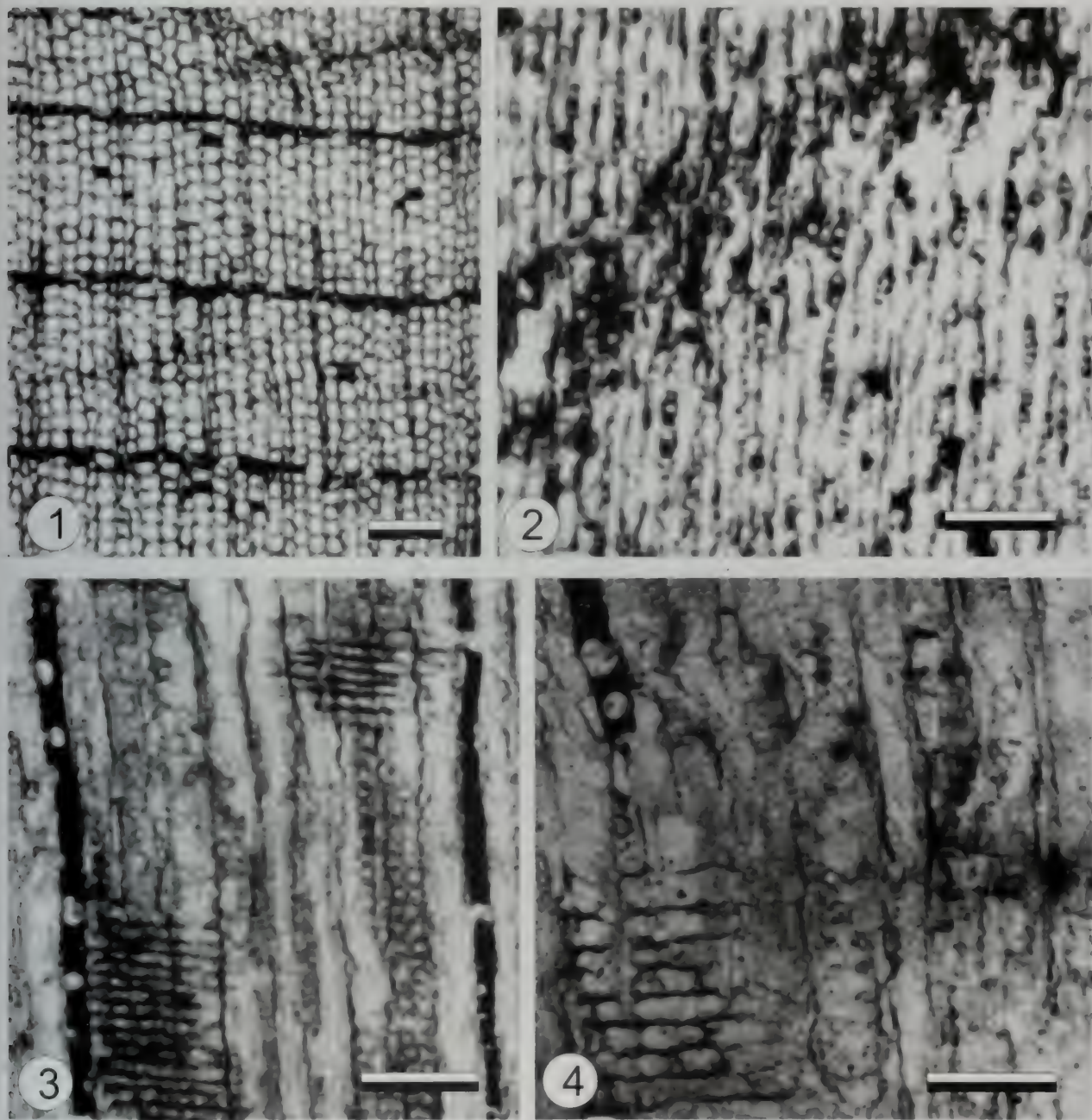
1987 *Taxodioxyton* sp. 杜乃正, 页63~82, 图版IV, 图1~4

特征：生长轮明显，宽或窄，窄者仅1~10层管胞，宽者可达12~40层管胞。晚材带狭，由1~3层管胞组成。早材管胞多呈长方形，最大管胞长宽约10~35 μm ，壁厚1 μm ；晚材管胞扁矩形，腔

较窄，长宽约 $24 \sim 12 \mu\text{m}$ ，壁厚 $3 \mu\text{m}$ 。径壁纹孔 $1 \sim 2$ 列，圆形，略扁，分离，对生，直径 $22 \mu\text{m}$ ；孔口圆形，直径 $6 \mu\text{m}$ ；眉条未见。木射线单列，彼此间隔 $3 \sim 11$ 层管胞。高 $1 \sim 15$ 细胞，常 $2 \sim 7$ 层（约占65%）。弦切面可见边缘射线细胞长椭圆形，高 \times 宽为 $25 \times 15 \mu\text{m}$ 。射线细胞横和弦壁状况不清。交叉场纹孔似为杉木型。轴向薄壁组织丰富，星散分布。其内多含深色树脂物质填充。树脂道未见。

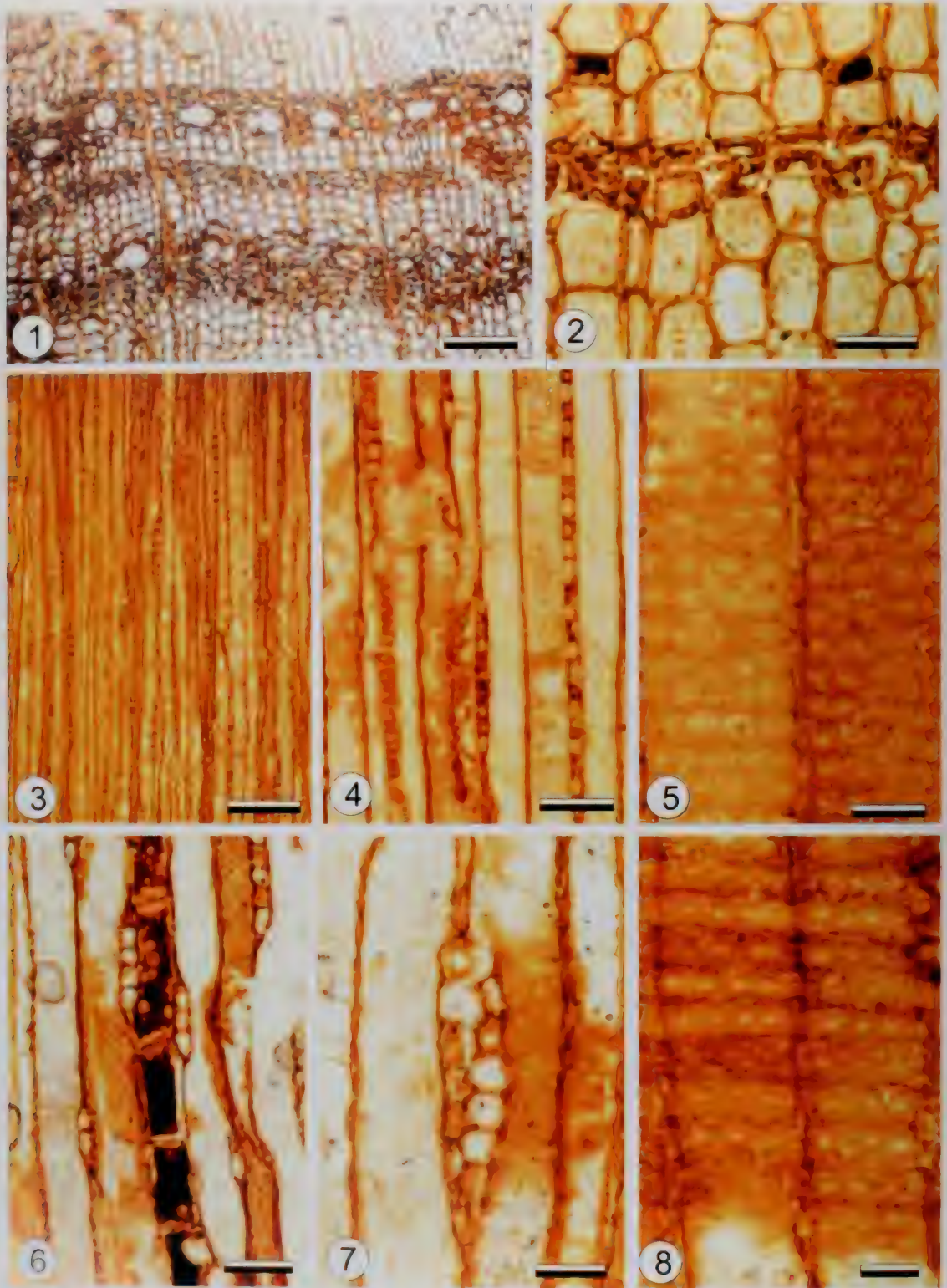
产地与层位：辽宁抚顺；古新世栗子沟组

图版7-16 杉木式落羽杉型木 *Taxodioxylon cunninghamioides*



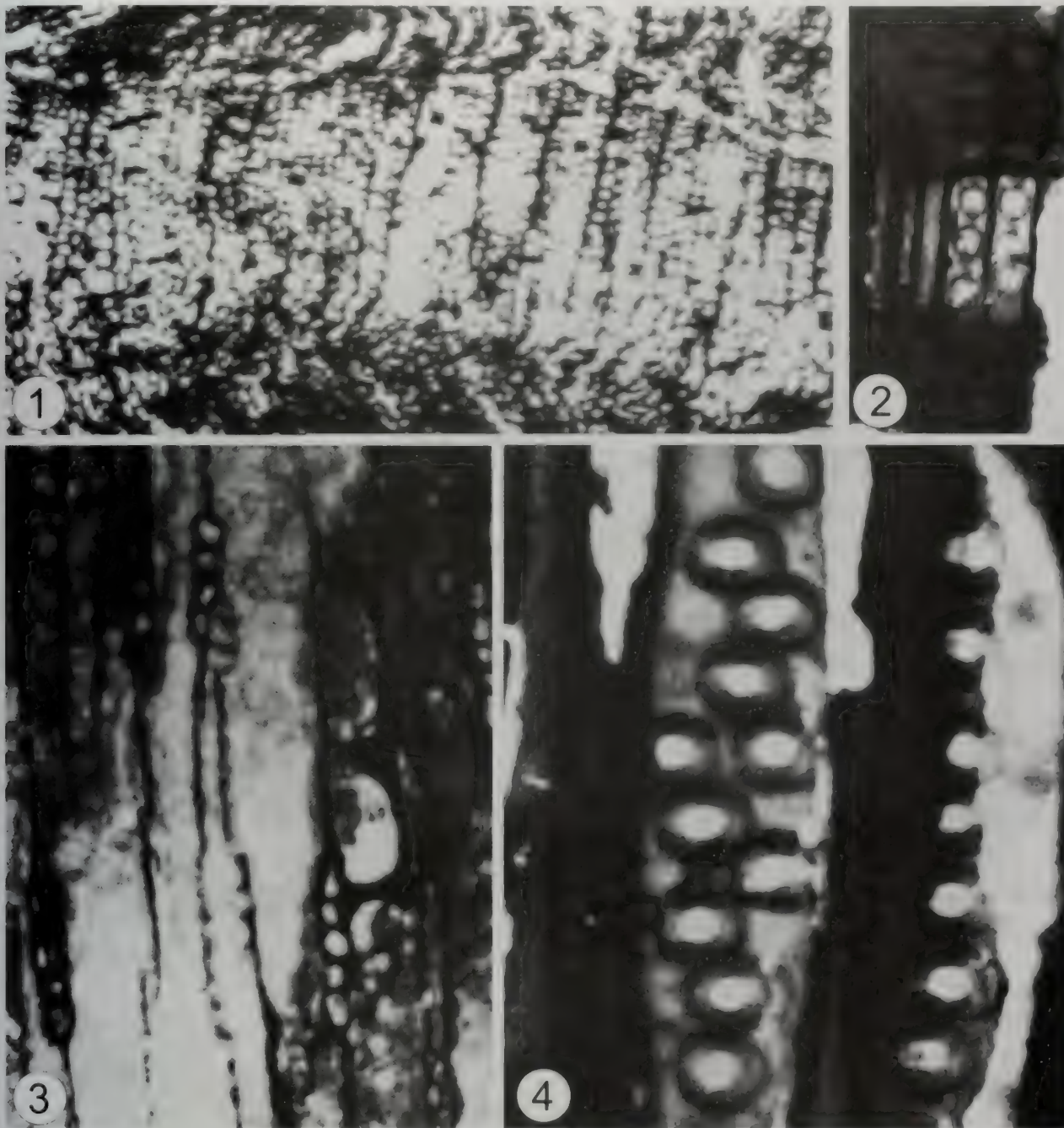
1 横切面，示生长轮明显，早材至晚材渐变及轴向薄壁组织细胞星散状， $200 \mu\text{m}$ ；2 弦切面，示射线高度， $200 \mu\text{m}$ ；3 径切面，示轴向薄壁细胞端壁平滑， $100 \mu\text{m}$ ；4 径切面，示交叉场纹孔杉木型， $100 \mu\text{m}$ 。

图版7-17 红杉式落羽杉型木 *Taxodioxydon sequoianum* (引自Li CY, Hsiao JY and Yang CH, 1999)



1 纵切面，示树脂道，标尺0.4 mm；2 横切面，示晚材带窄，星散状轴向薄壁组织细胞，标尺200 μm；3 弦切面，示射线高度，标尺代表0.4 mm；4 弦切面，示射线细胞形态，标尺代表200 μm；5 弦切面，示射线细胞形态，标尺200 μm；6 弦切面，示轴向薄壁组织壁细胞端壁平滑，标尺100 μm；7 弦切面，示轴向薄壁组织壁细胞端壁平滑，标尺100 μm；8 径切面，示交叉场纹孔柏木型，标尺50 μm。

图版7-18 落羽杉型木(未定种) *Taxodioxylon* sp. (引自杜乃正, 1987)



1 横切面, 示生长轮明显, 早材至晚材渐变及轴向薄壁组织细胞星散状, $\times 86$; 2 径切面, 示交叉场, $\times 346$; 3 弦切面, 示射线高度, $\times 173$; 4 径切面, 示管胞径壁纹孔, $\times 694$

7.3.1.4 柏科 Cupressaceae

柏木属 *Cupressus* Linn.

模式种: *Cupressus sempervirens* Linn.

属征: 生长轮明显, 晚材带狭至中; 早材至晚材渐变 早材管胞径壁纹孔1列, 间或部分2列; 最后数列晚材管胞切向壁纹孔明显; 无螺旋加厚 木射线单列, 稀成对或2列; 射线薄壁细胞水平壁具纹孔, 或少而不明显; 端壁节状加厚不明显; 凹痕明显或无; 射线管胞无 交叉场纹孔 柏木型 1~8个, 通常

2~4个 轴向薄壁组织数多,呈散状或切向带状。树脂道未见。
时代与分布:新生代;北美、亚洲温带和亚热带。

武汉柏木 *Cupressus wuhanensis* J. J. Yang (图版7-19, 图1-3)

1996 *Cupressus wuhanensis*, 杨家驹等, 页263~279, 图版I, 图1~7

2005 *Cupressus wuhanensis*, 齐国凡等, 页29, 图版I-7

特征: 生长轮明显。轮宽约4 mm, 有假生长轮存在。早材至晚材渐变。早材管胞横切面为圆形、多边形及方形。最大弦径39 μm , 多数33~35 μm ; 螺纹加厚未见; 眉条未见。径壁纹孔1列, 间或2列, 圆形及卵圆形, 直径13~16 μm 。纹孔口椭圆形。晚材管胞横切面为圆形及多边形, 弦径25~27 μm ; 螺纹加厚未见; 眉条未见。径壁纹孔1列, 圆形及卵圆形, 直径12~14 μm , 纹孔口椭圆形及透镜形。管胞弦壁具缘纹孔未见。木射线4~8根/mm。单列, 稀2列或成对, 高1~27细胞, 多数5~11细胞。射线全由薄壁组织组成, 呈圆形及卵圆的等径形和似等径形; 水平壁厚; 纹孔明显; 端壁节状加厚不明显。凹痕未见。交叉场纹孔式为柏木型, 1~2个, 稀3个。轴向薄壁组织丰富, 主为似轮界状弦列; 端壁节状加厚不明显或略明显; 含深色树脂。树脂道未见。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。

湖北柏木 *Cupressus hubeiensis* J. J. Yang (图版7-19, 图4; 图版7-20, 图1-2)

1990 *Cupressus* sp., 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞湖, 页379~383, 图版I, 图4~6

1996 *Cupressus hubeiensis*, 杨家驹等, 页263~279

2005 *Cupressus hubeiensis*, 齐国凡等, 页33, 图版I-12

特征: 生长轮明显, 轮间界以深色晚材带; 轮宽2~3 cm; 常有假生长轮和断轮存在。早材至晚材渐变。早材管胞横切面为圆形, 多边形及方形; 最大弦径56 μm , 多数33~39 μm ; 螺纹加厚未见。径壁具缘纹孔1列, 少数2列, 圆形及卵圆形, 直径21~26 μm , 眉条长, 明显; 纹孔口圆形及椭圆形。最初数列早材管胞弦壁具缘纹孔明显。晚材管胞横切面为圆形及多边形; 弦径31~50 μm , 螺纹加厚未见。径壁具缘纹孔1列, 圆形及卵圆形, 直径12~13 μm , 眉条长, 明显; 纹孔口椭圆形及透镜形, 管胞弦壁具缘纹孔明显。木射线3~7根/mm。单列, 少数2列。单列高1~49细胞, 多数10~23细胞。射线主要由薄壁细胞组成; 细胞呈椭圆及圆形, 水平壁薄, 纹孔不明显, 端壁节状加厚亦不明显, 含深色树脂。早材交叉场纹孔式为柏木型; 通常2个, 横列。射线管胞可见位于射线边缘, 内壁无锯齿。轴向薄壁组织量略多, 主为星散状, 少数短弦列; 薄壁细胞端壁节状加厚略明显至不明显; 含深色树脂; 主要分布于晚材带。树脂道未见。

产出与层位: 武汉新洲; 新近纪。

圆柏属 *Sabina* Mill

属征: 生长轮略明显至明显。早材至晚材渐变。早材管胞径壁纹孔1~2列, 圆形及卵圆形, 眉条明显或略见。管胞弦壁具缘纹孔明显。木射线4~6根/mm。单列, 稀成对, 高1~13 (多数2~5) 细胞, 射线全由薄壁细胞组成; 水平壁厚, 纹孔可见; 端壁节状加厚可见; 凹痕偶见。早材交叉场纹孔式为柏木型, 1~4 (多数1~2) 个。轴向薄壁组织较多, 呈散状及短弦列, 端壁节状加厚明显。树脂道未见。

时代与分布: 新生代; 北半球。

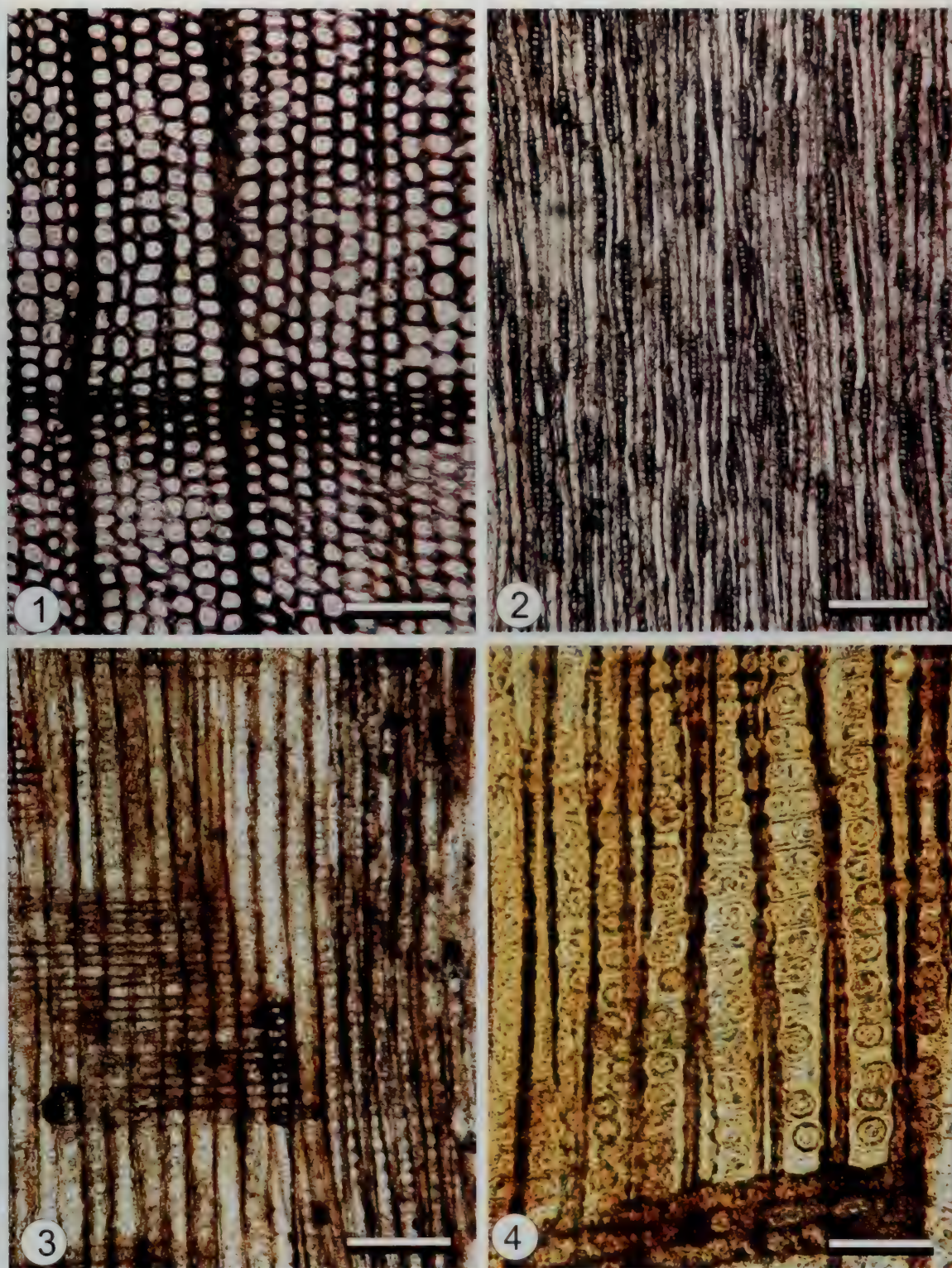
武汉圆柏 *Sabina wuhanensis* J. J. Yang (图版7-21, 图1-4)

1996 *Juniperus wuhanensis*, 杨家驹等, 页263~279, 图版II, 图3~7

2005 *Sabina wuhanensis*, 齐国凡等, 页34, 图版I-6; 图版I-7

特征: 生长轮略明显。轮间界以深色晚材带; 轮宽3~4 mm, 早材至晚材渐变。早材管胞横切面为

图版7-19 武汉柏木 *Cupressus wuhanensis* 等

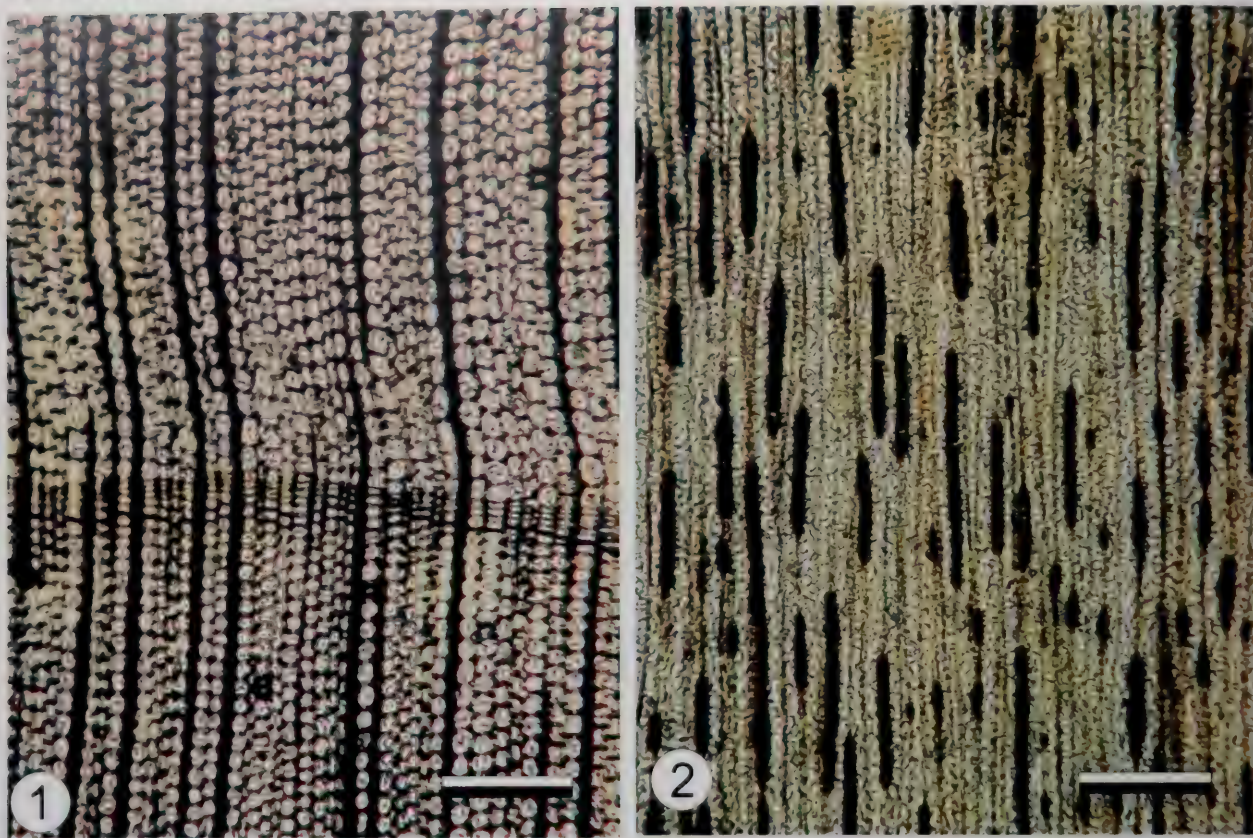


武汉柏木 *Cupressus wuhanensis*

1 横切面，示生长轮明显，标尺200 μm ；2 弦切面，示射线形态，标尺400 μm ；3 径切面，示射线形态，标尺200 μm

湖北柏木 *Cupressus hubeiensis*

4 径切面，示管胞具缘纹孔1-2列，眉条明显，标尺200 μm

图版 7-20 湖北柏木 *Cupressus lubetensis*1 横切面，示生长轮明显，标尺200 μm ；2 弦切面，示射线高度，标尺400 μm

方圆及圆形；最大弦径38 μm ，多数20~24 μm 。螺纹加厚未见。径壁纹孔1~2列，圆形及卵圆形，直径21~23 μm ，螺纹加厚未见，眉条明显或略见。纹孔口透镜形。晚材管胞横切面多似圆形及椭圆形，弦径19~23 μm ；径壁纹孔1列，圆形及椭圆形，直径14~17 μm 。管胞弦壁具缘纹孔明显。木射线4~6根/mm，单列，稀成对，高1~13（多数2~5）细胞，射线全由薄壁细胞组成，呈卵圆及椭圆形；水平壁厚，纹孔可见；端壁节状加厚可见；凹痕偶见。早材交叉场纹孔式为柏木型，1~4（多数1~2）个。轴向薄壁组织较多，呈散状及短弦列，端壁节状加厚明显，多含少量深色树脂。树脂道未见。

产出与层位：武汉新洲；新近纪

扁柏型木属 *Chamaecyparioxylon* Chudajb. 1964 emend. Du, 1987

模式种：*Chamaecyparioxylon polonicum* Chudajb.

属征：生长轮明显；生长轮和晚材带通常均较狭。早材管胞横切面方形或多边形；径壁具缘纹孔1~2列，常成对；纹孔圆形、离生；弦壁纹孔丰富，圆形，较大。木射线单列或部分2列；1~16细胞高；射线薄壁细胞水平壁和端壁平滑；交叉场纹孔1~6个，柏木型、杉木型或云杉型。通常2~3个。轴向薄壁组织相对较少，局限于早或晚材中，其端壁略成节状。树脂道未见。

层位与分布：新生代；北半球。

中国扁柏型木属 *Chamaecyparioxylon chinense* Du (图版 7-22, 图1-6)

模式种：*Chamaecyparioxylon chinense* 杜乃正，图63~82、图版VII，图1~4；图版VIII，图1~4

属征：生长轮明显；生长轮和晚材带窄，仅1~4细胞宽。早材至晚材急变。横切面早材管胞方形、长

方形，管径 $57 \sim 68 \mu\text{m} \times 34 \sim 45 \mu\text{m}$ ，壁厚 $3 \mu\text{m}$ ；晚材管胞扁矩形，最小管径 $45 \times 20 \mu\text{m}$ ，壁厚 $5 \mu\text{m}$ 。径壁纹孔1~2列，圆形，彼此离生或相接排列，对生，直径 $23 \mu\text{m}$ ；孔口圆或透镜形，直径 $7 \mu\text{m}$ ；眉条未见。弦壁纹孔1列或不规则，丰富且较大，圆形，直径 $11 \sim 15 \mu\text{m}$ ；孔口圆形，直径 $4 \mu\text{m}$ 。木射线单列，彼此间隔1~18层管胞，高1~15细胞，常4~11层（约占80%）。弦切面可见边缘射线细胞卵形，高 \times 宽为 $22 \times 12 \mu\text{m}$ ；内部细胞圆形，直径 $16 \mu\text{m}$ 。射线细胞间及轴向管胞间常具显著的三角形间隙。射线细胞内常含暗色填充物。无射线管胞。射线细胞的水平壁和端壁均薄而平滑。交叉场纹孔柏木型或单纹孔，2~4个（常2）；多1横列；纹孔口横向或略斜生；纹孔直径约 $11 \mu\text{m}$ 。轴向薄壁组织相对较少，分布限于晚材中。端壁略呈节状加厚。树脂道未见。

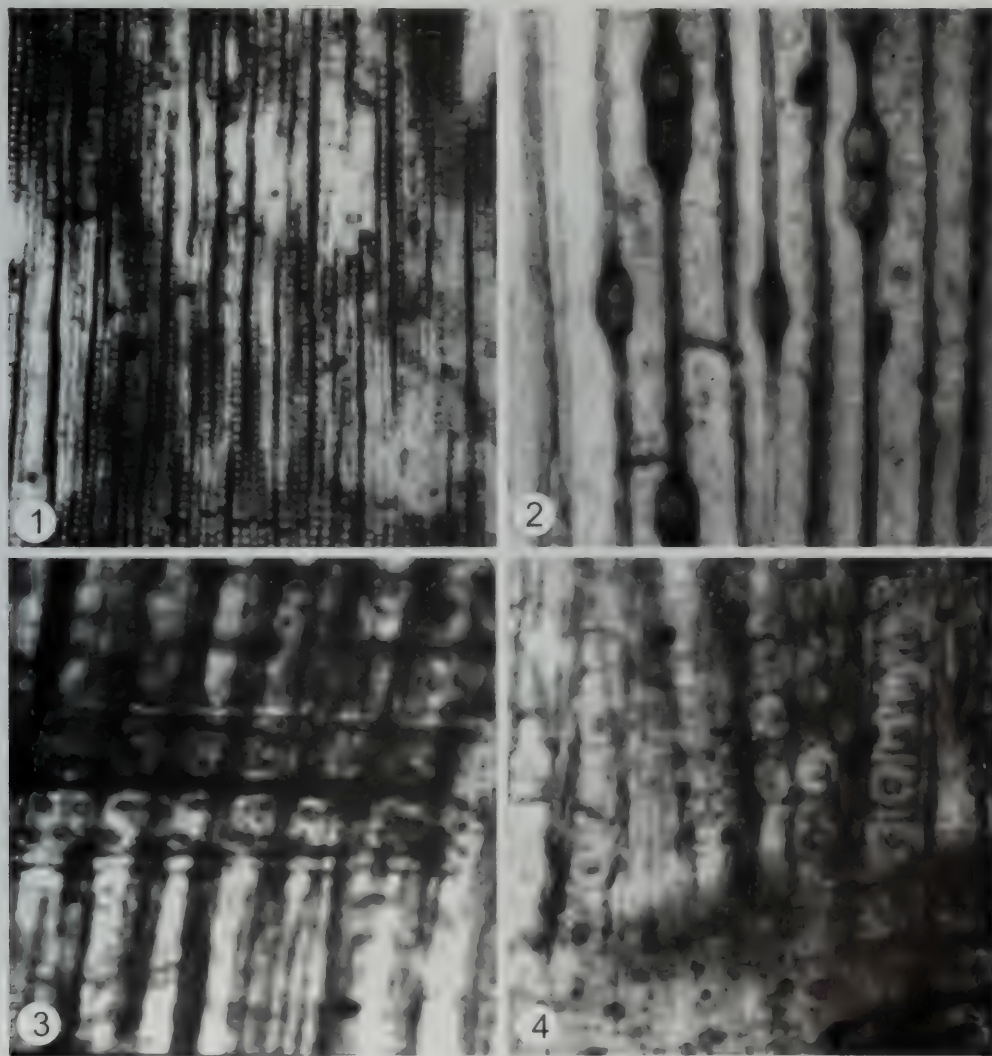
产地与层位：辽宁抚顺；古新世栗子沟组

桧柏型木属 *Juniperoxylon* Houlbert, 1910

模式种：*Juniperoxylon pachyderma* Houlbert, 1910

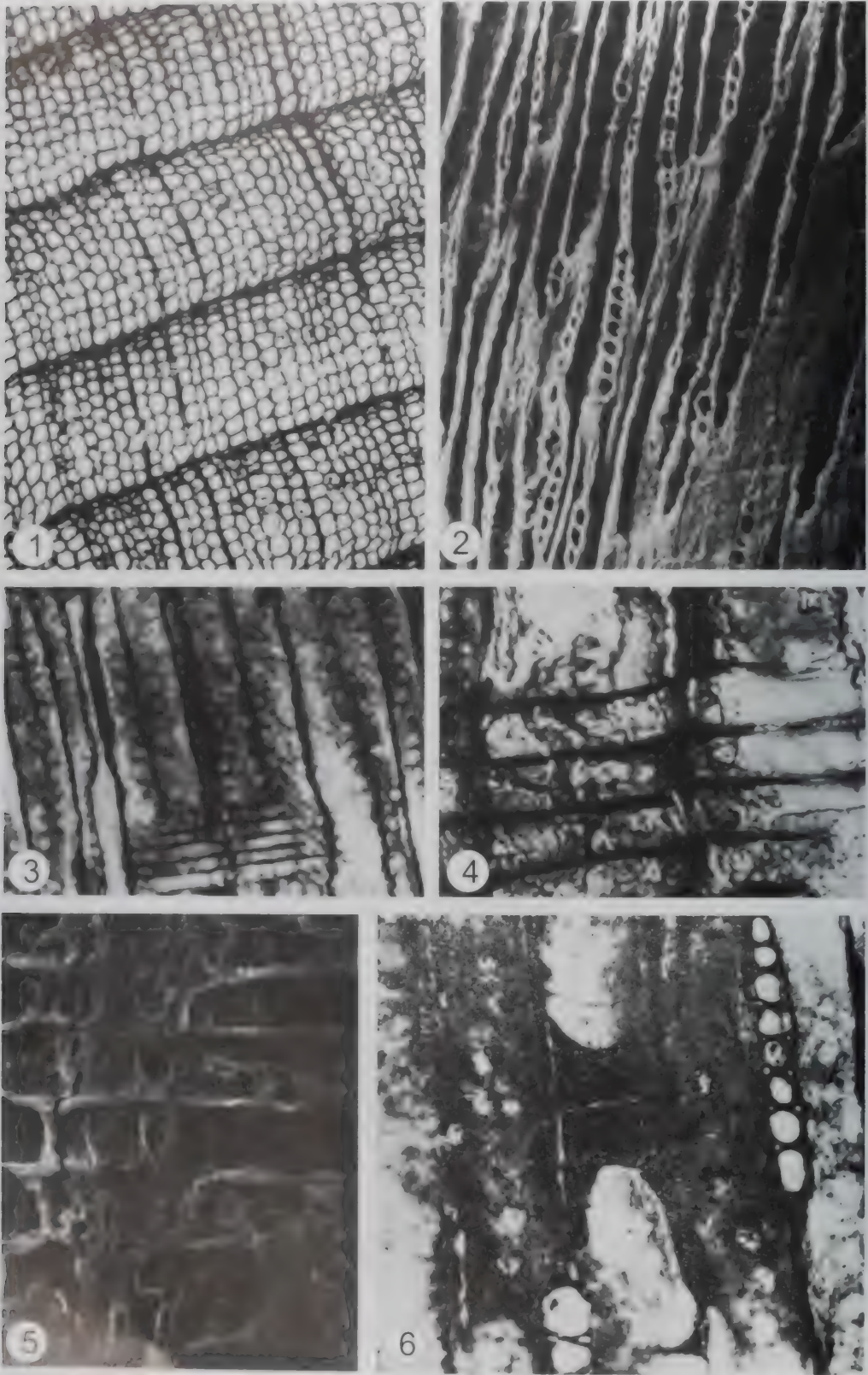
属征：生长轮略明显。早材至晚材渐变。径壁纹孔1~2列，多1列。纹孔小，圆形，离生，对生。木

图版7-21 武汉圆柏 *Sabina wuhanensis*



1 横切面，示生长轮明显，早材至晚材渐变，轴向薄壁组织呈散状或弦带状， $\times 90$ ；2 弦切面，示射线及轴向薄壁组织端壁节状加厚， $\times 500$ ；3 径切面，示交叉场纹孔柏木型， $\times 500$ ；4 径切面，示管胞径壁纹孔1列， $\times 500$

图版T-22 中华扁柏型木 *Chamaecyparioxylon chinense* (引自杜乃正, 1987)



1 横切面, 显示细胞构造, 早期至晚期材过渡, $\times 80$; 2 弦切面(SEM), 示射线高度, $\times 360$; 3 径切面, 显示横纹孔, $\times 200$; 4 横切面, 示交叉场纹孔排列, $\times 120$; 5 径切面(SEM), 示交叉场纹孔柏木型, $\times 400$; 6 横切面, 示纹孔及管胞纹孔和管胞纹孔, $\times 300$

射线单列 射线高1~5细胞,常2~4层 射线细胞水平壁较管胞壁薄,平滑 交叉场纹孔云杉型或柏木型,2~3个(常2),无射线管胞 轴向薄壁组织丰富,常散生或成束状分布于生长轮界处,端壁有或无节状加厚。

时代与分布:新生代;北半球。

中华桧柏型木 *Juniperoxylon chinense* Du (图版7-23, 图1-4)

1987 *Juniperoxylon chinense*, 杜乃正, 页63~82, 图版IX, 图1~4

特征:生长轮略明显 狭窄,晚材带仅由1~2层管胞组成 早材至晚材渐变 横切面早材管胞方形、长方形,平均管径约 $34 \times 28 \mu\text{m}$,壁厚 $2 \mu\text{m}$;晚材扁矩形,长宽约 $23 \times 12 \mu\text{m}$,壁厚 $3 \mu\text{m}$ 径壁纹孔1~2列,多1列 纹孔小,圆形,离生、对生,直径 $16 \mu\text{m}$;孔口圆形或透镜形,内涵 无眉条 弦壁纹孔仅见于部分管胞及轴向薄壁组织细胞中,稀疏分布,纹孔圆形,直径 $8 \mu\text{m}$ 弦面和径面都可见有真菌菌丝贯穿于管胞腔中 木射线单列 常彼此间隔3~16层管胞 射线高1~5细胞,常2~4层(约占90%) 弦切面可见边缘射线细胞呈三角形,高 \times 宽为 $45 \times 22 \mu\text{m}$;内部细胞长椭圆形 $34 \times 24 \mu\text{m}$ 射线细胞内常含暗色填充物 射线细胞水平壁较管胞壁薄,未见有纹孔;其弦壁多直立或稍倾斜,平滑 交叉场纹孔云杉型或柏木型,2~3个(常2),成斜的纵列,外形圆形,直径约 $12 \mu\text{m}$;纹孔口斜生或横向,多数内涵,直径 $5 \mu\text{m}$ 无射线管胞 轴向薄壁组织丰富,常散生或成束状分布于生长轮界处 其内常含深色树脂物质填充,端壁有或无节状加厚。树脂道未见。

产地与层位:辽宁抚顺;古新世栗子沟组。

桧柏型木未定种 *Juniperoxylon* sp. (图版7-24, 图1-3)

1987 *Juniperoxylon* sp., 杜乃正, 页63~82, 图版VIII, 图5~7

特征:生长轮明显。常由5~30层管胞组成,晚材带较窄,常5~10层管胞组成 早材至晚材渐变 横切面早材管胞方形、长方形,最大管径约 $35 \times 20 \mu\text{m}$,壁厚 $4 \mu\text{m}$;晚材扁矩形或小圆形,最小管径 $20 \times 10 \mu\text{m}$,壁厚 $5 \mu\text{m}$,晚材带中常有暗色物质填充 径壁纹孔由于保存原因,多不清晰,可辨认者皆单列 纹孔圆形,直径 $16 \mu\text{m}$;孔口 $6 \mu\text{m}$ 多数管胞壁上都有密集分布的螺旋状裂隙 木射线单列 常彼此间隔3~20层管胞 射线高1~6细胞,常2~4层(约占85%) 弦切面可见边缘射线细胞为三角形,高宽为 $24 \times 11 \mu\text{m}$;内部细胞椭圆形 $18 \times 13 \mu\text{m}$ 射线细胞内常含暗色填充物 射线细胞水平壁和端壁纹孔不明显 交叉场纹孔似云杉型,纹孔口常斜生 轴向薄壁组织较丰富,星散分布 其内常含深色树脂物质填充,端壁厚而平滑。树脂道未见。

产地与层位:辽宁抚顺;古新世栗子沟组。

7.3.1.5 红豆杉科 Taxaceae

白豆杉型木属 *Pseudotaxoxylon* Prakash et Du, 1995

模式种: *Pseudotaxoxylon chinensis* Prakash & Du, 1995

属征:生长轮明显,早材至晚材急变 晚材带窄,通常远比早材窄,管胞扁矩形 早材宽,管胞方形或多边性,壁稍薄 径壁纹孔单列,圆形,彼此互相接触;纹孔口圆形或卵形 眉条未见 具螺旋加厚 木射线单列,极少2列或成对;通常10细胞高 射线细胞径向壁和水平壁薄、平滑 交叉场纹孔柏木型至杉木型,2~10个;纹孔小,卵形或圆形 轴向薄壁组织和树脂道未见。

时代与分布:新生代;亚洲。

中国白豆杉 *Pseudotaxoxylon chinensis* Prakash et Du (图版7-25, 图1-3)

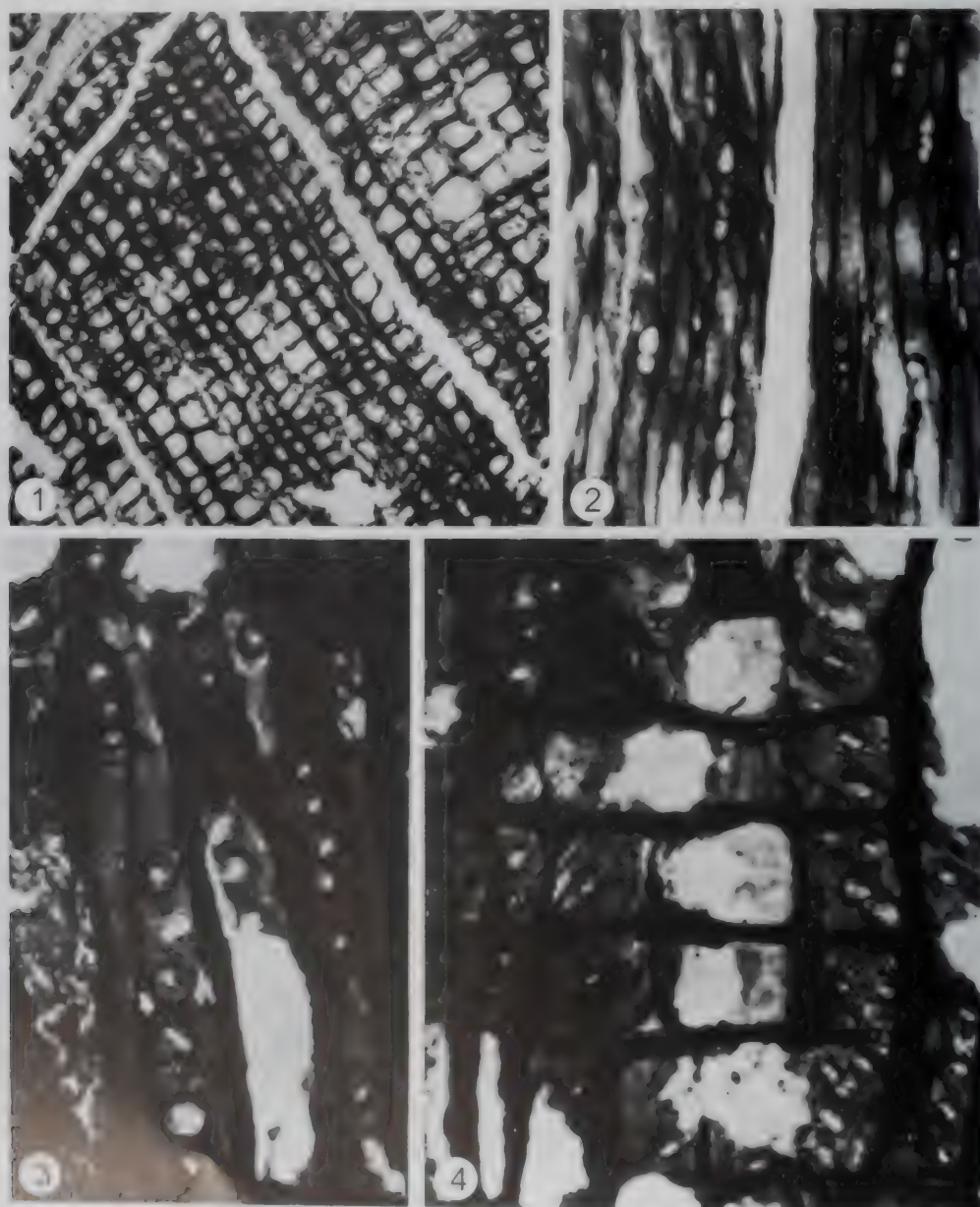
1995 *Pseudotaxoxylon chinensis*, Prakash, Du and Tripathi, 页343~360, 图版3、4; 图18~23

特征:生长轮明显,界以径向扁平的晚材管胞;早材至晚材急变 早材带宽于 $1000 \mu\text{m}$;晚材带窄,

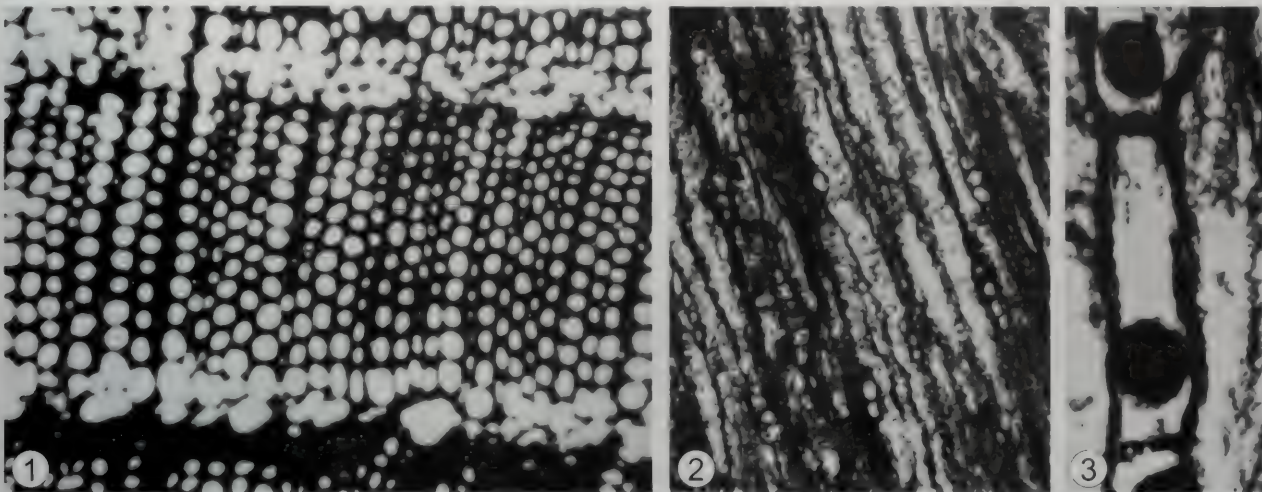
1~3细胞或30 μm 宽，通常远比早材窄。早材管胞方形、多边形，切向直径和径向直径40 μm ，壁较薄，5 μm 。管胞壁纹孔单列，圆形或稍偏，彼此紧密接触，直径18 μm ；纹孔口圆形或卵形。弦壁纹孔未见。射线未见。晚材管胞扁矩形，切向直径20~40 μm ，径向直径10~15 μm ，壁厚，7 μm 。管胞径壁具均匀的螺旋加厚。木射线单列，极少2列或成对；高1~15（通常2~6）细胞或50~130 μm ；同形细胞组成。切向壁上射线细胞圆形或卵形，高45 μm ，宽28 μm ，通常含暗色沉积物。射线细胞径向壁和水平壁薄、平滑，间或含树脂。交叉场纹孔柏木型至杉木型，2~10个，小，卵形或圆形，通常1或2横列。轴向薄壁组织和树脂道未见。

产地与层位：山东淄博；晚中新世。

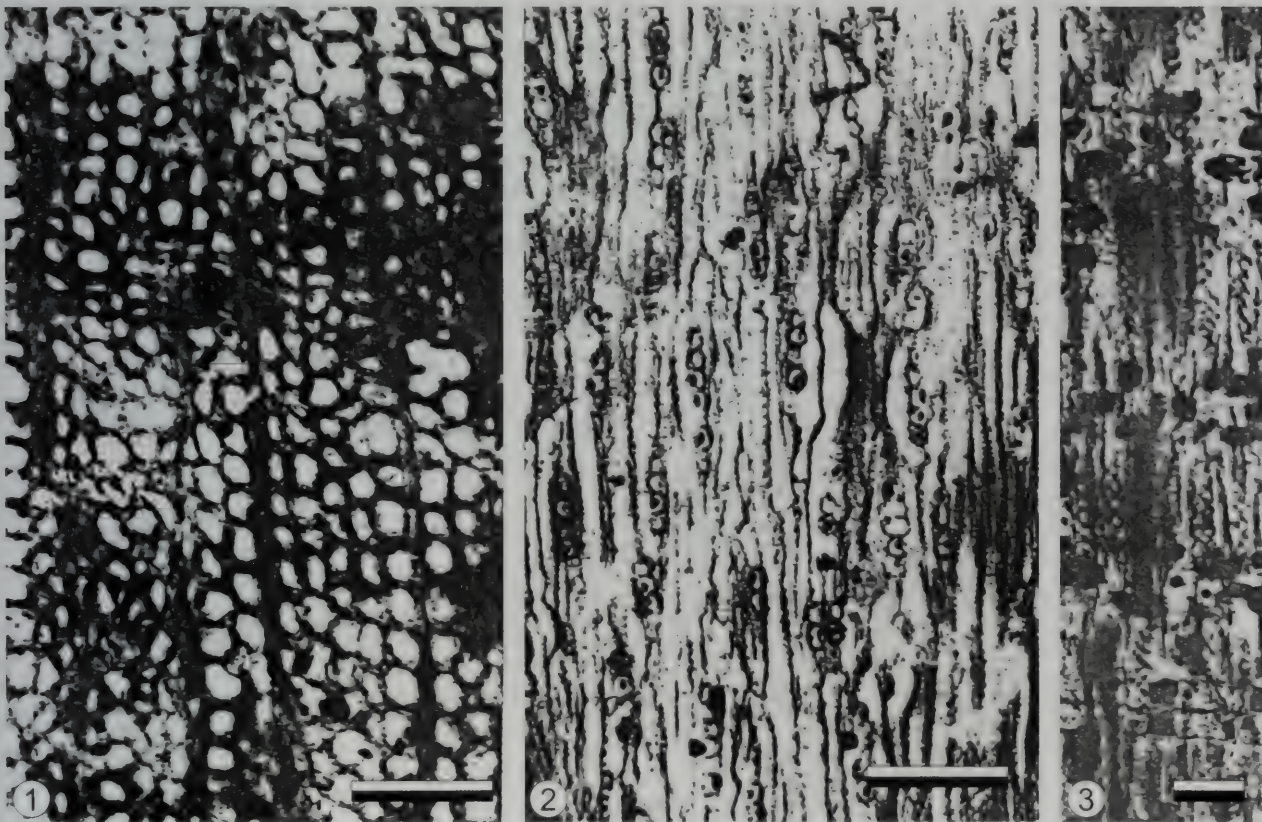
图版 7-23 中华桧柏型木 *Juniperoxylon chinense* (引自杜乃正, 1987)



1 桧柏型木的管胞，显示晚材的螺旋加厚， $\times 180$ ；2 弦切面，示射线形态， $\times 120$ ；3 径切面，示管胞的螺旋加厚， $\times 180$ ；4 桧柏型木的管胞，显示交叉场纹孔， $\times 500$

图版7-24 桧柏型木(未定种) *Juniperoxylon* sp. (引自杜乃正, 1987)

1 横切面, 示生长轮明显, 早材至晚材渐变, $\times 90$; 2 弦切面, 示射线高度, $\times 120$; 3 径切面, 示轴向木薄壁组织, $\times 480$ 。

图版7-25 中国白豆杉 *Pseudotaxoxylon chinensis* (引自Prakash, Du and Tripathi, 1995)

1 横切面, 生长轮明显, 早材至晚材渐变, 标尺60 μm ; 2 弦切面, 示单列射线, 标尺60 μm ; 3 径切面, 示射线形态, 标尺40 μm 。

7.3.2 被子植物 Angiosperm

7.3.2.1 樟科 Lauraceae

樟型木属 *Laurinoxylon* Felix 1988

模式种: *Laurinoxylon diluviae* Felix 1988

属植: 散孔材; 导管为单管孔、短径列复管孔及管孔团, 散生, 少数含侵填体, 单穿孔及梯状穿孔, 互列纹孔式。轴向薄壁组织主要为疏环管状及星散状(油细胞或粘液细胞)。具分隔木纤维。木射线非叠生, 射线组织异形Ⅱ型及异形Ⅲ型, 有的射线边缘细胞(异细胞)含有油或粘液。

时代与分布: 新生代; 北半球, 热带、亚热带。

武汉樟型木 *Laurinoxylon wuhanensis* Yang (图版7-26, 图1-3)

1987 Lauraceae, 齐国凡等, 页309~313, 图版II, 图5-12

1993 *Laurinoxylon wuhanensis* Yang, 杨家驹等, 页206~214, 图版II-4

1995 *Laurinoxylon wuhanensis*, 杨建民, 郭双兴, 卫广扬, 页53-65, 图板

2005 *Laurinoxylon wuhanensis* J. J. Yang, 齐国凡等, 页62, 图版1-2, 图版1-3

特征: 生长轮明显。散孔材。管孔在放大镜下明显, 散生, 大小略一致。导管横切面为圆形及椭圆形, 部分具多角形轮廓; 单管孔及短径列复管孔(2~4个), 少数呈管孔团; 散生; 分布略均匀, 19个/ mm^2 ; 壁薄(3 μm); 最大弦径270 μm 以上, 多数120~150 μm 。少数含侵填体。螺纹加厚未见。单穿孔, 圆或卵圆形, 梯状穿孔偶见; 穿孔板略倾斜。管间纹孔式互列, 多角形, 长径11~16 μm , 纹孔口内涵, 透镜状。轴向薄壁组织在放大镜下明显, 傍管状。木射线在放大镜下明显, 比管孔窄, 径切面上有射线斑纹。轴向薄壁组织稀疏, 环管状, 少数环管束状及星散状(油细胞或粘液细胞)。木纤维壁薄, 有径列趋势和分隔木纤维。木射线非叠生。5~8根/mm。射线组织通常为异形Ⅱ型及Ⅲ型。单列射线甚少, 高4~7细胞。多列射线宽2~5细胞, 多数宽2~4细胞; 高7~30细胞, 多数高14~21细胞。直立或方形射线细胞比横卧细胞高, 后者为卵圆及椭圆形, 具多角形轮廓。射线细胞部分含树胶, 晶体未见, 油细胞或粘液细胞可见。射线细胞端壁节状加厚及水平壁纹孔明显。射线与导管间纹孔式为横列刻痕状及大圆形。胞间道未见。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。

7.3.2.2 榆科 Ulmaceae

糙叶木属 *Aphananthe* Planch.

模式种: *Aphananthe phillippinensis* Planch.

时代与分布: 新生代; 亚洲和大洋洲。

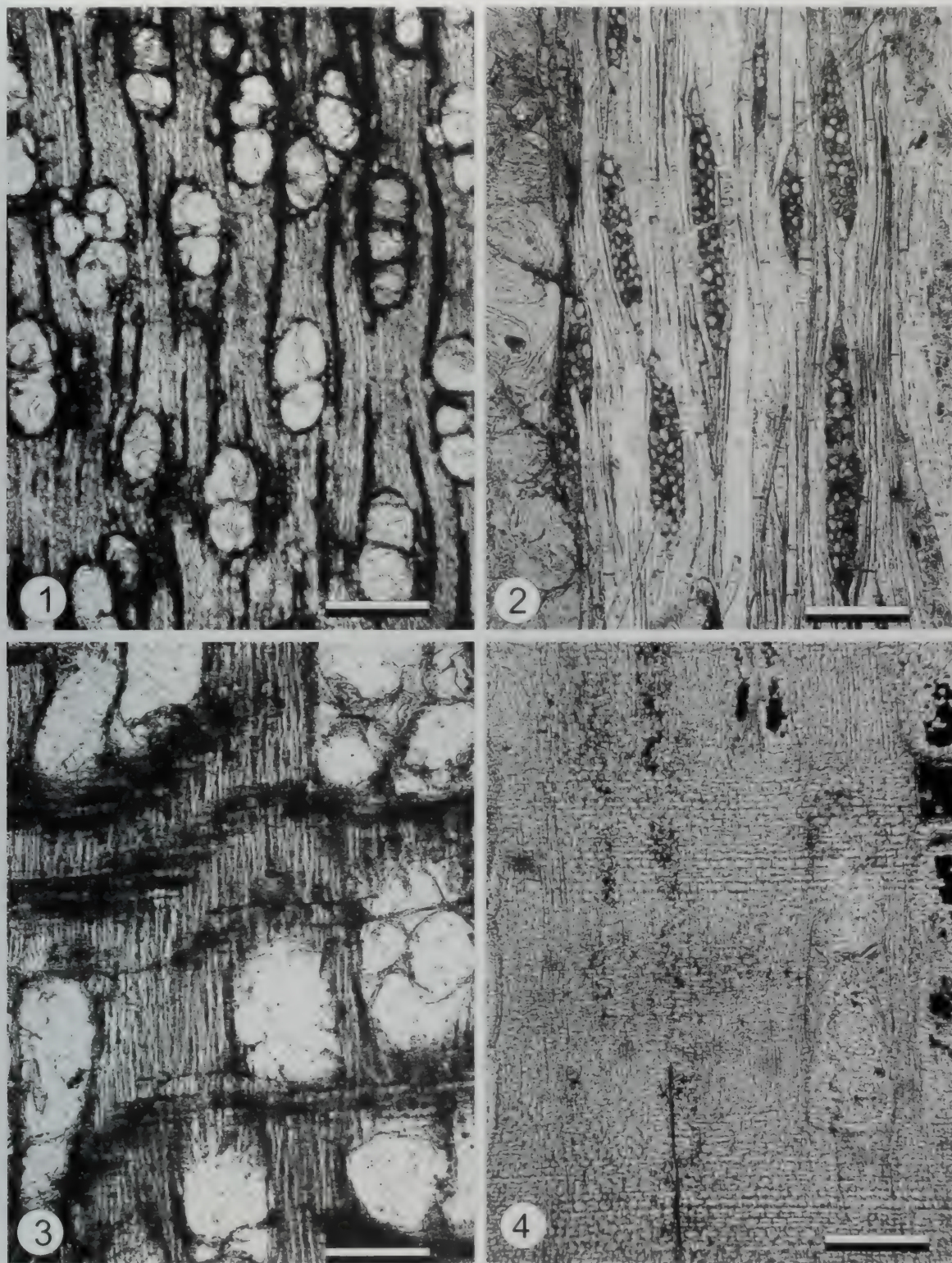
武汉糙叶木 *Aphananthe wuhanensis* J. J. Yang (图版7-26, 图4; 图版7-27, 图1-2)

1997 a *Aphananthe wuhanensis*, 齐国凡等, 页373~378, 图版I, 图1~5

2005 *Aphananthe wuhanensis*, 齐国凡等, 页73, 图版1-5, 图版1-6

特征: 导管横切面为卵圆形, 壁厚(7.2 μm), 单管孔及短径列复管孔, 散生, 2~6个/ mm^2 , 导管经挤压扁平, 最大弦径149 μm , 多数90~119 μm , 侵填体及树胶未见, 螺纹加厚未见。单穿孔, 穿孔板略倾斜。互列管间纹孔隐约可见。与射线及轴向薄壁组织间纹孔式大圆形。

轴向薄壁组织量多, 主为聚翼状(生长轮末端最为显著), 次为翼状、疏环管状、环管束状; 薄壁组织在射线中亦较明显。木纤维壁薄。木射线非叠生, 5~8根/mm。射线组织异形Ⅱ型, 有异形Ⅰ型倾向, 射线组织较少, 高1~11细胞或以上, 多列射线宽3~5, 多数4~5细胞; 高9~52细胞或以上。单列射线宽1~3细胞或以上, 多数1~3细胞。射线细胞主为卵圆或圆形, 壁厚, 边缘方形细胞比中间部分细胞高。晶体(1~2个)存在于正常细胞及异细胞中。

图版7-26 武汉樟型木 *Laurinoxylon wuhanensis* 等

武汉樟型木 *Laurinoxylon wuhanensis*

1 横切面，示单管孔或2-3径列，轴向薄壁组织稀疏环管状，标尺400 μm；2 弦切面，示多列射线，标尺400 μm；3 径切面，示射线异型，标尺200 μm

武汉糙叶木 *Aphananthe wuhanensis*

4 径切面，示射线异型 标尺200 μm

产地与层位：武汉新洲；新近纪

榉属 *Zelkova* Spach.

模式种：*Zelkova crenata* Spach.

时代与分布：新生代；亚洲

武汉榉木 *Zelkova wuhanensis* J. J. Yang (图版7-28, 图1-3)

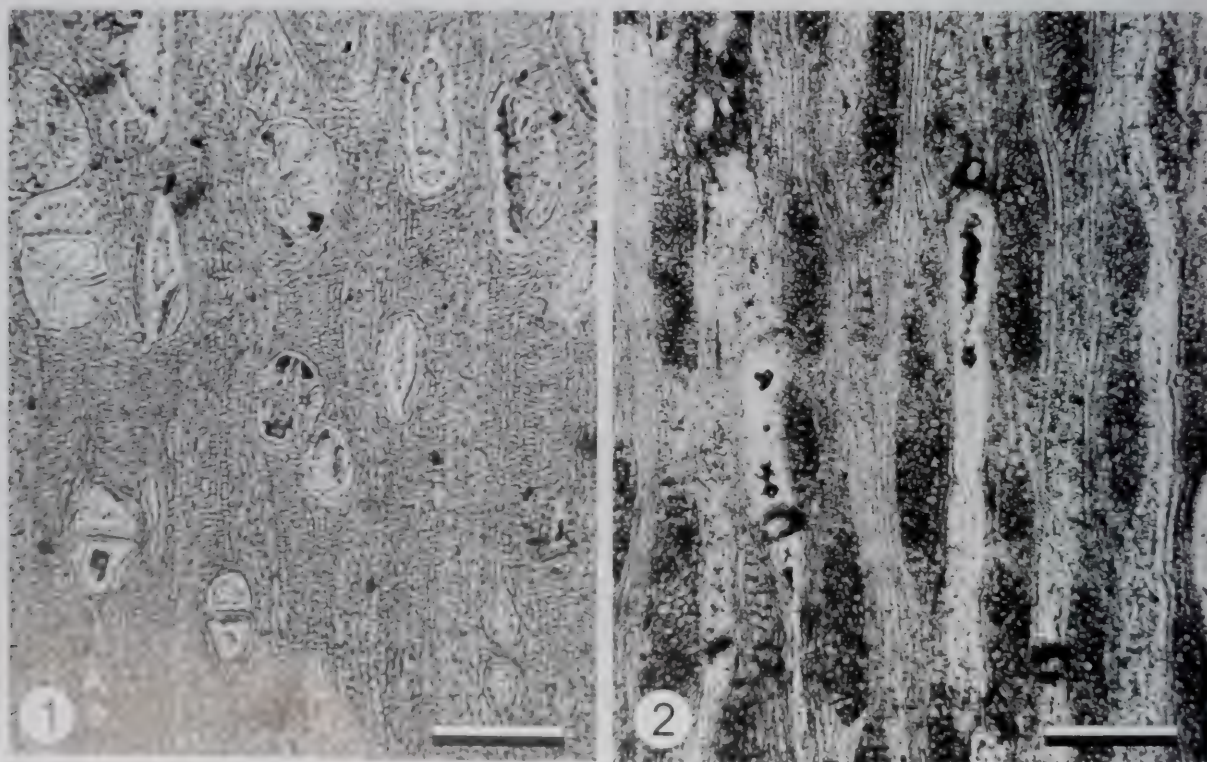
2005 *Zelkova wuhanensis*, 齐国凡等, 页76, 图版I-13, 图版I-14

1997 a *Aphananthe wuhanensis*, 齐国凡等, 页373~378, 图版I, 图6; 图版II, 图1~6

特征：早材导管横切面为卵圆及圆形；壁薄；最大弦径 244 μm ，多数157~196 μm ；具侵填体，壁薄。晚材导管横切面为不规则多角形，通常为管孔团。少数径列复管孔；在生长轮外部呈弦列或波浪形；壁薄；弦直径多数为30~70 μm ；螺纹加厚明显，常见于小导管壁上；局部叠生；单穿孔，圆形及卵圆形，穿孔板倾斜。管间纹孔式互列；圆形及卵圆形；略具多角形轮廓，长径5~7 μm ；纹孔口内涵，稀外展，透镜形及裂隙状。与射线及轴向薄壁组织间纹孔式类似管间纹孔式（纹孔直径小于10 μm ）。轴向薄壁组织主为傍管状，在早材带呈疏环管状及环管束状，在晚材带（特别在生长轮外部），位于管孔所形成的波浪形弦向带边缘及带内，形似翼状及聚翼状。轴向薄壁组织串由2~4细胞组成，薄壁细胞端壁加厚明显，树胶丰富，晶体未见。木纤维细胞壁略厚。木射线非叠生，4~5根/mm。射线组织同形单列及多列，并有异形Ⅲ型存在。单列射线稀少，高2~6个细胞或以上，多列射线宽3~4个细胞，高6~28个细胞或以上。射线细胞多数为圆形及卵圆形，具多角形轮廓；边缘细胞比中间部分略高；晶体未见。胞间道未见。

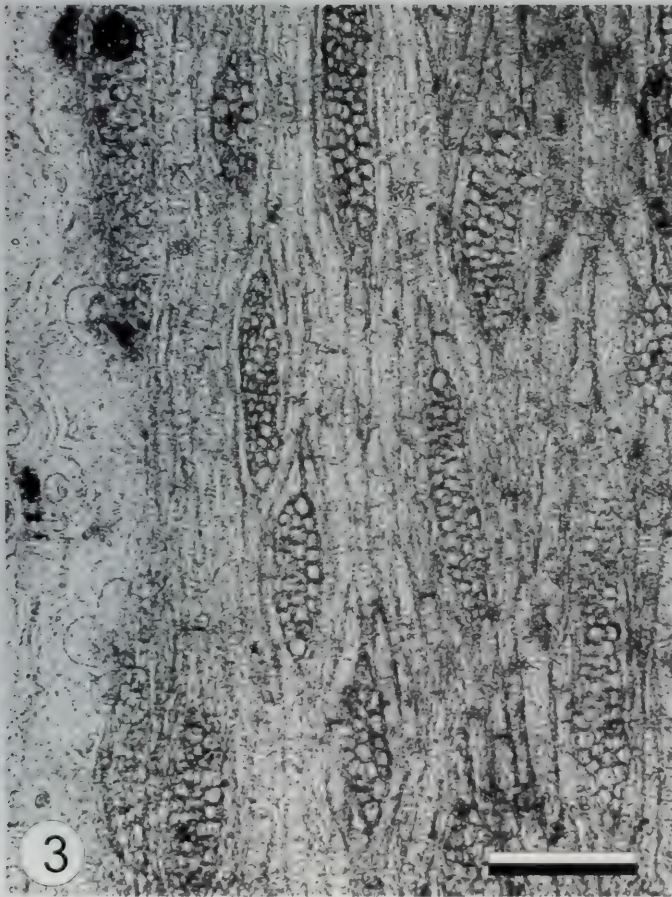
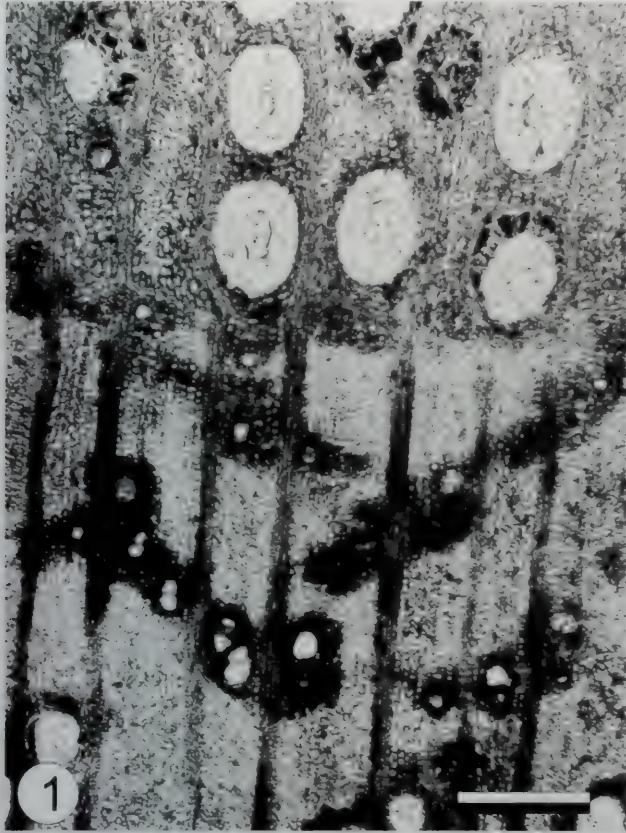
产出与层位：武汉新洲；新近纪。

图版7-27 武汉糙叶木 *Aphananthe wuhanensis*



1 横切面，早材管孔具薄壁组织侵填体，轴向薄壁组织翼状，标尺200 μm ；2 弦切面，示多列射线，标尺200 μm

图版7-28 武汉榉木 *Zelkova wuhanensis*



- 1 横切面，示生长轮明显，环孔材，轴向薄壁组织早材为环管状，晚材傍管翼状，标尺400 μm ；
- 2 径切面，示射线异型或同型，标尺200 μm ；
- 3 弦切面，示多列射线，标尺200 μm 。

7.3.2.3 胡桃科 Juglandaceae

枫杨属 *Pterocarya* Kunth

模式种: *Pterocarya pterocarpa* (Michx.) Kunth

时代与分布: 新生代; 亚洲

枫杨 *Pterocarya stenopteta* DG (图版7-29, 图1-4)

1999 *Pterocarya stenopteta*, 张明书, 刘守全, 页469~473, 图版III, 图15~18

特征: 生长轮界及早、晚材界较明显, 年生长宽1.40~1.75 mm, 单管孔或2~3个径向组成复管孔斜列, 偶见管孔团, 形成散孔材或半环孔材。早材深灰色, 宽0.6~0.75 mm, 晚材褐色, 宽0.8~1.0 mm。每1 mm²早材横切面中有管孔15.7个, 占总面积的51.25%, 管孔弦径72.5~185.0 μm, 径向椭圆形或卵形, 管壁厚6~9 μm, 导管节长200~350 μm; 晚材管孔16.5个/mm², 占总面积的23.75%, 管孔圆形或卵形, 弦径18.25~47.5 μm, 管壁厚5.5~7.0 μm, 导管节长210~380 μm, 穿孔板略倾斜。管壁纹孔互列, 0.1 mm²中有62~80个, 横径6~8 μm, 纹孔口圆形或椭圆形, 横径分别为2.5 μm和3.5 μm。在弦切面上射线23.3束/mm², 单列10.8束, 占总量的46.35%, 多列12.5束, 占总量的53.65%。单列射线高80~204 μm, 由4~14层细胞组成, 宽12~20 μm; 多列射线高95~415 μm, 由10~19层细胞组成, 宽20~31 μm, 2~3列细胞。射线组织以同形单列或多列占多数, 横向细胞长85~125 μm, 宽15~20 μm。细胞断面既有圆形亦有长椭圆形, 偶尔出现异形射线, 其垂直细胞高约6.3 μm, 宽约19.7 μm, 方形细胞边长32~37 μm。轴向薄壁组织分布在导管周围, 形成离管带或星散于纤维组织之间, 并连接成轮界状或环管状, 在薄壁细胞端壁略有加厚。

产地与层位: 浙江普陀山岛; 晚更新世或早全新世时代。

7.3.2.4 山茶科 Theaceae

山茶属 *Camellia* L.

模式种: *Camellia japonica* L.

时代与分布: 新生代; 北半球。

龟山茶树 *Camellia kueishanensis* Li et al. (图版7-30, 图1-6)

2003 *Camellia kueishanensis*, Li et al., 页71~78, 图9~15

特征: 生长轮不明显。散孔材。导管均匀分布, 141~180/mm²。导管多单管孔, 有时2~3径列或成组。穿孔梯状板, 横膈20~42条。螺旋加厚未观察到。导管射线间纹孔梯状至对列, 纹孔口大。侵填体未观察到。纤维管胞壁薄, 不具分隔。轴向薄壁组织星散聚合或星散状; 晶体未观察到。射线异形, 单列或双列, 稀三列; 由横卧、方形和直立细胞组成; 多列射线的多列部分有时与单列部分同宽; 晶体未观察到。

产地与地层: 台湾桃园; 早中新世公馆凝灰岩组。

7.3.2.5 杜英科 Elaeocarpaceae

杜英属 *Elaeocarpus* L.

模式种: *Elaeocarpus serratus* L.

时代与分布: 新生代; 亚洲、大洋洲

武汉杜英 *Elaeocarpus wuhanensis* J. J. Yang (图版7-31, 图1-3)

2005 *Elaeocarpus wuhanensis*, 齐国凡等, 页47, 图版1-12, 1-13

1997 *Elaeocarpus wuhanensis*, 齐国凡, 杨家驹, 徐瑞瑚, 页149-160, 图版1, 图1-6.

特征：生长轮略明显或不明显，轮间界以浅色细线。管孔在放大镜下可见，略少至略多，略小至略大。大小略一致，分布不均匀。散孔材。导管横切面为卵圆及椭圆形，多数为短径列复管孔（2~5个），少数为单管孔，管孔闭偶见；径列：18~33个/mm²，最大弦径145 μm，多数86~111 μm。侵填体及螺纹加厚未见。单穿孔，卵圆及椭圆形；穿孔板略倾斜至甚倾斜。管间纹孔式互列；少数对列—互列。与射线间纹孔刻痕状及大圆形。轴向薄壁组织未见或轮介状及疏环管状薄壁组织（隐约可见）。木纤维胞壁厚至薄，径列，分隔木纤维偶见。木射线非叠生，8~12根/mm。单列射线少，全由直立细胞组成，高2~7细胞或以上，多数3细胞。多列射线宽2~4细胞，多数3细胞；高5~35细胞或以上。射线组织异形Ⅱ型，偶见异形Ⅰ型。射线细胞主为卵圆形，略具多角形轮廓；鞘细胞偶见；边缘细胞比中间部分细胞高得多；具正常及分室含晶细胞。树胶未见。胞间道未见。

产地与层位：武汉新洲；新近纪

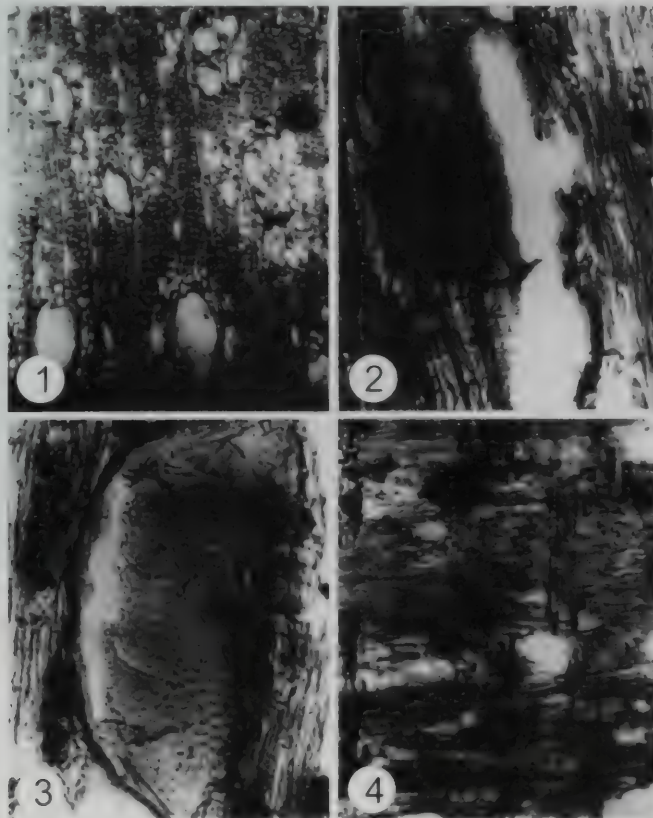
杜英型木属 *Elaeocaroxylon* Parakash & Dayal, 1964

模式种：*Elaeocaroxylon antiquum* Parakash & Dayal, 1964

属征：散孔材。管孔直径小至中等，单管孔或2~4或更多径列复管孔，很少具有侵填体；导管分子短至长；单穿孔；管间纹孔较大，具缘，互列或对列。薄壁组织呈散傍管，轮界薄壁组织有或无。木射线中等至细；射线异型。纤维细胞壁薄，具分隔。

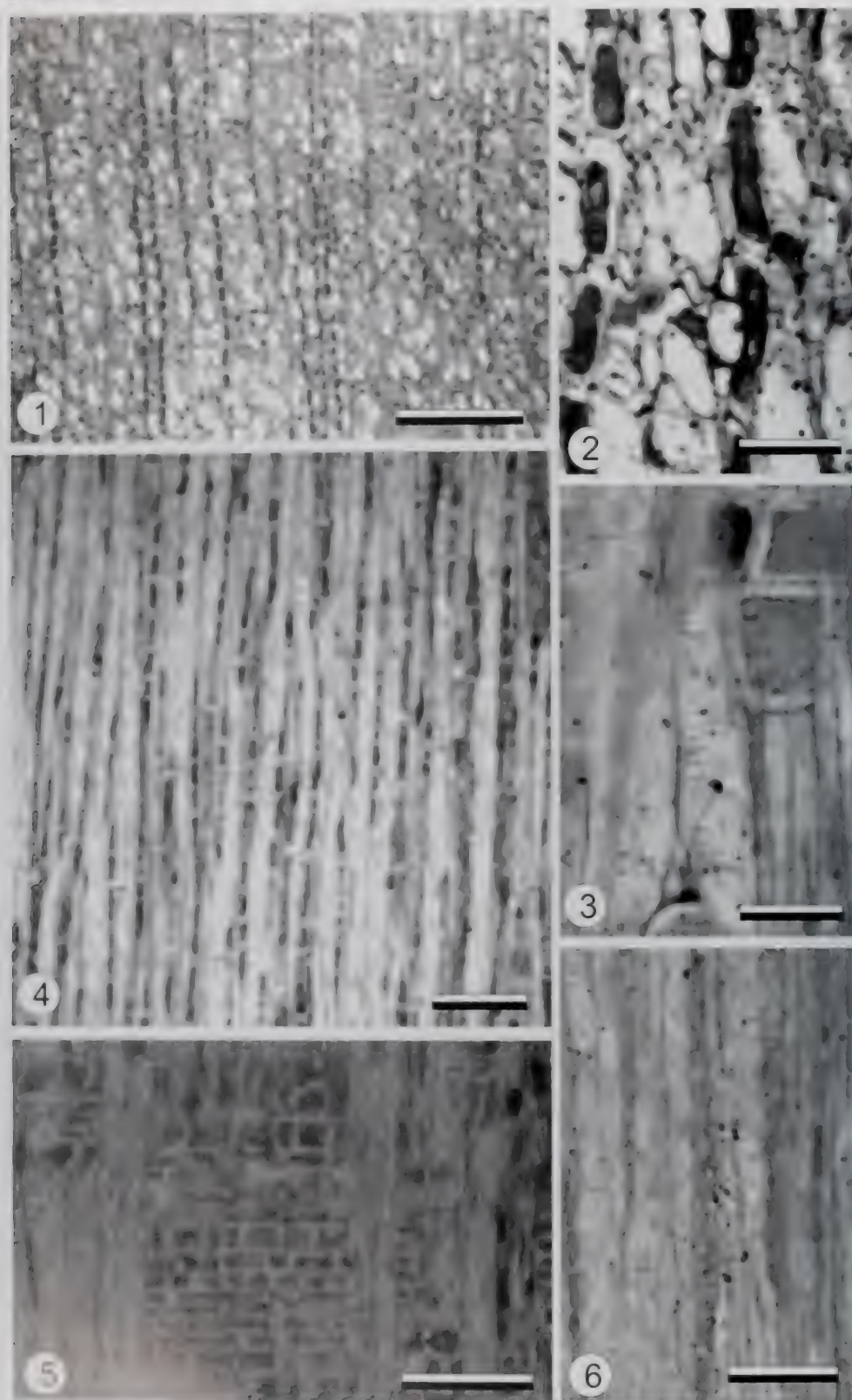
时代与分布：新生代，亚洲、大洋洲

图版7-29 枫杨 *Pterocarya stenopteta*（引自张明书，刘守全，1999）

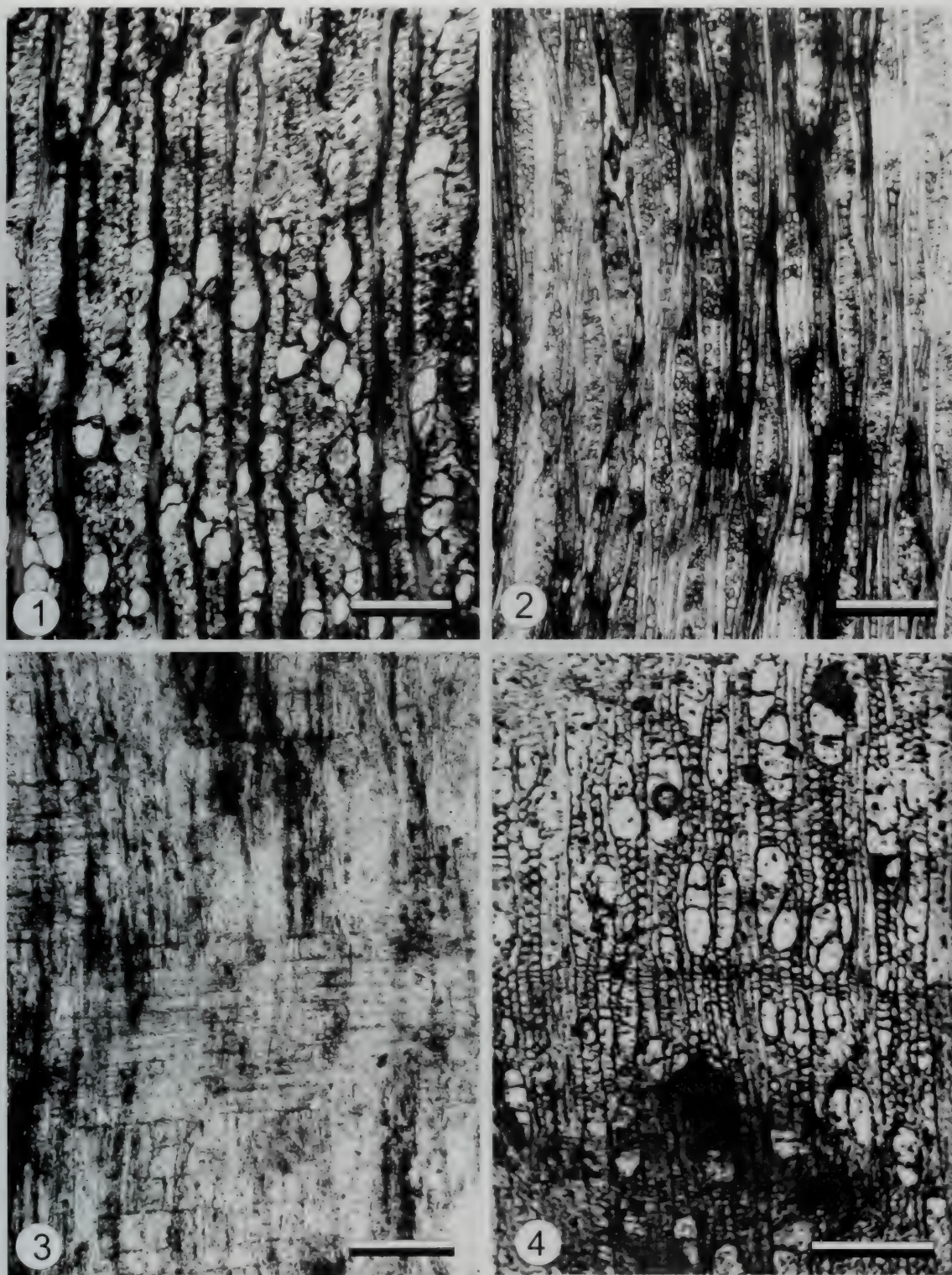


1 横切面，示生长轮及早、晚材，×120；2 径切面，示倾斜的穿孔板，×200；3 弦切面，示导管端壁及纹孔，×200；4 径切面，示射线形态，×120

图版 7.30 老山茶树 *Camellia kueishanensis* (引自Li et al., 2003)



1 横切面，示导管被挤压，轮廓多角形，标尺50 μm；2 纵切面，示射线单列，2列，极少3列，标尺0.4 mm；3 径切面，示射线单列，标尺200 μm；4 弦切面，示多列射线多数宽于单列射线，100 μm；5 横切面，示导管被挤压，轮廓多角形，标尺0.4 mm；6 纵切面，示射线单列，2列，极少3列，标尺0.4 mm。

图版7-31 武汉杜英 *Elaeocarpus wuhanensis*

武汉杜英 *Elaeocarpus wuhanensis*

1 横切面，示生长轮明显，单管孔，标尺400 μm ；2 弦切面，示多列射线，标尺400 μm ；3 径切面，示异型射线，标200 μm

江苏杜英 *Elaeocaroxylon jiangsuense*

4 横切面，示生长轮明显，半环孔材，单管孔、短径列或斜列复管孔，标尺500 μm

图版7-32 江苏杜英 *Elaeocaroxylon jiangsuense*



1 弦切面，示射线宽度和高度，标尺200 μm ；2 径切面，示射线由中央的横卧射线细胞和边缘的若干列直立射线细胞组成，标尺200 μm ；3 横切面，示管孔轮廓，标尺200 μm

江苏杜英 *Elaeocaroxylon jiangsuense* Prakash et Du (图版7-31, 图4; 图版7-32, 图1-3)

1995 *Elaeocaroxylon jiangsuense*, Prakash, Du and Tripathi, 页341-360, 图5-7, 24, 26-28

特征：具生长轮，界以厚壁纤维带。散孔材。导管数多；圆形至卵形，中等大小，切向直径40~60 μm ，径向直径80~160 μm ；单独、2~11（多数2~5）细胞径列复管孔，间或3~4成组；15~20个导管/mm²；有时具侵填体；导管分子长度150~350 μm ；单穿孔，管间纹孔圆形，具缘，紧密，直径10 μm ，互列。侵填体有或无。具螺旋加厚。薄壁组织疏傍管状、星散状。薄壁组织细胞方形或矩形，直径15 μm ，长100 μm ，常具暗色沉积物。木射线1~8列，多数3~4列或达150 μm 宽。单列和多列。6~12根射线/mm。单列细胞高2~5细胞，或200~400 μm ；仅由直立细胞构成；多列射线数多，高10~50（多数大于20）细胞，或300~1000 μm ；异形II型，间或具有长或短末端的异形I型出现。射线细胞横卧和直立；横卧细胞圆形或卵形，直径30 μm ，径向长120 μm ；直立射线细胞矩形，宽30 μm ，径向长90 μm 。纤维细胞方形、圆形，直径39 μm ；腔大；壁薄，厚4~6 μm ；不具隔膜。

产地与层位：江苏泗洪；中新世凤山组。

7.3.2.6 豆科 Leguminosae

顶果树属 *Acrocarpus* Wight ex Arn.

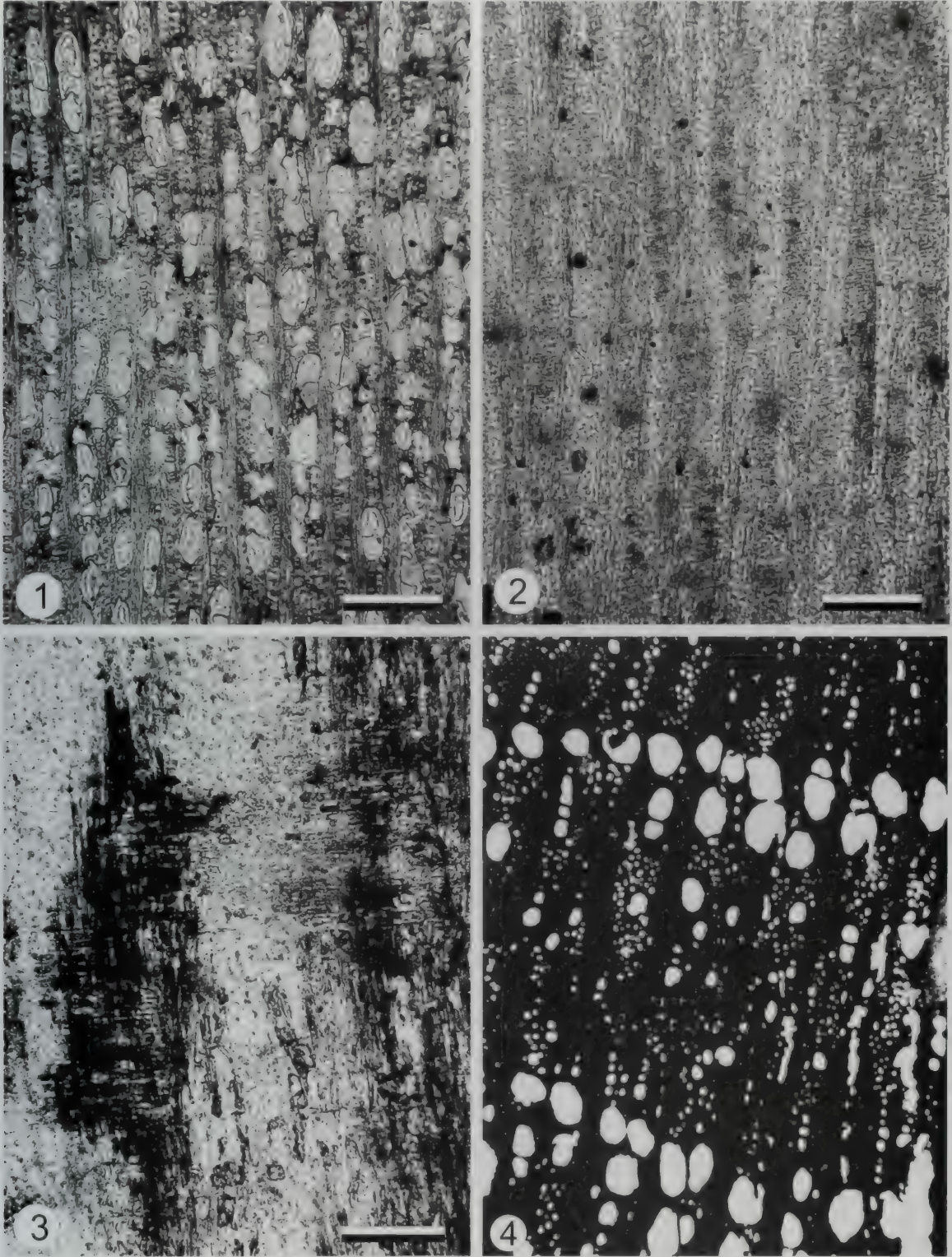
模式种：*Acrocarpus fraxinifolius* Wight ex Arn.

时代与分布：渐新代；亚洲。

顶果树 *Acrocarpus fraxinifolius* Wight ex Arn (图版7-33, 图1-3)

1995 *Acrocarpus fraxinifolius*, Prakash, Du and Tripathi, 页309-313, 图版I, 图8-11; 图版II, 图1-4

图版7-33 顶果树 *Acrocarpus fraxinifolius* 等



顶果树 *Acrocarpus fraxinifolius*

1 横切面，示单管孔或短径列复管孔，标尺400 μm ；2 弦切面，示多列射线，标尺400 μm ；3 径切面，示射线异型，标尺400 μm

布拉克紫荆 *Cercis blackii* (引自Chaney, 1933)

4 横切面，示生长轮明显，环孔材，轴向薄壁组织环管星散状， $\times 90$

1993 *Acrocarpus fraxinifolius*, 杨家驹等, 页206~214, 图版III-4, 图5-10

2005 *Acrocarpus fraxinifolius*, 齐国凡等, 页66, 图版I-1, I-2

特征: 生长轮明显。散孔材。管孔散生; 大小略一致, 分布较均匀。导管横切面为圆形与卵圆形; 单管孔及短径列复管孔(2~3个), 稀呈管孔团; 散生; 分布略均匀, 大小不一致, 生长轮由内向外略有见小的趋势; 9个/mm²。壁薄至略厚(多数6 μm, 少数7.5 μm); 最大弦径235 μm, 多数100~140 μm; 含树胶。螺旋加厚未见。单穿孔, 椭圆、卵圆及圆形; 穿孔板水平及略倾斜。管间纹孔式互列, 系附物纹孔, 多角形, 长径6~8 μm; 纹孔口内涵, 间或合生, 透镜状或线形。轴向薄壁组织环管束状, 翼状, 少数聚翼状(多位于生长轮外部), 并呈星散状及轮界状。薄壁组织串(Strand)由2~4细胞组成。树胶未见, 菱形晶体可见, 分室含晶细胞数多。木纤维壁薄; 径列成行; 分隔木纤维可见。木射线非叠生, 7~10根/mm。射线组织同形单及多列和异形Ⅲ型。单列射线数少, 高2~12细胞。多列射线宽2~5细胞, 多数宽3~5细胞, 高10~37细胞, 多数高17~30细胞, 常有2~3根射线纵向连接。射线细胞圆形、卵圆形及椭圆形, 射线边缘细胞常比中间部分高得多, 一些为方形细胞。含树胶; 菱形晶体见于射线边缘细胞中。端壁节重加厚及水平壁纹孔略明显。射线与导管间纹孔似管间纹孔式。胞间道未见。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。

紫荆属 *Cercis* L.

模式种: *Cercis siliquastrum* L.

时代与分布: 新生代; 北美、欧洲、亚洲。

布拉克紫荆 *Cercis blackii* Chaney et Daugherty (图版7-33, 图4)

1933 *Cercis blackii*, Chaney, 页322~329, 图版1, 图1

特征: 生长轮明显。宽度0.4~1.6 mm, 平均0.7 mm。环孔材。早材至晚材急变。早材导管1~2列, 偶尔多列, 极少紧密。早材导管相对小, 横切面上为圆形或矩圆形, 最大切向直径约80 μm。晚材导管单独或2~5个短径列, 切向直径约30 μm。导管壁上具有数多、小的而圆的具缘纹孔排成平螺旋状, 时常2~6个成组纹孔与裂缝状的孔口相连。螺旋状加厚出现在导管内壁, 但由于保存原因, 难以证实。导管相对较长, 约是切向宽度的四倍。木薄壁组织主要环管状和星散状, 轮界状也常出现。环管薄壁组织在晚材时常与导管相接形成短的切向带。木薄壁组织横切面上由于壁上具有单纹孔而非常明显。直径稍大于纤维分子, 长度约是其宽度的四倍。木射线(髓射线)相当多, 单列至4列, 异形, 高约500 μm。宽的射线通常具有高或低2~5细胞的单列缘; 较低的射线时常具有叠生的趋势, 偶尔可观察到与 *Cercis texensis* Sarg. 相似的明显叠生。木射线细胞径向较短; 中部细胞长约是其高的2~3倍, 边缘细胞较高, 接近方形。射线导管间纹孔小, 半具缘纹孔。射线间纹孔为单纹孔, 数多, 纹孔道常见, 显著。木纤维壁薄, 或中等厚度, 横切面上成多角形, 具少量纹孔。具螺旋或环纹加厚。一些纤维可能具有分隔, 但由于其内壁上具大量的环纹加厚难以证实。

产地和层位: 北京; 更新世。

红豆属 *Ormosia* Jackson

模式种: *Ormosia coccinea* (Anbl.) Jackson

时代与分布: 新生代; 美洲、大洋洲、亚洲。

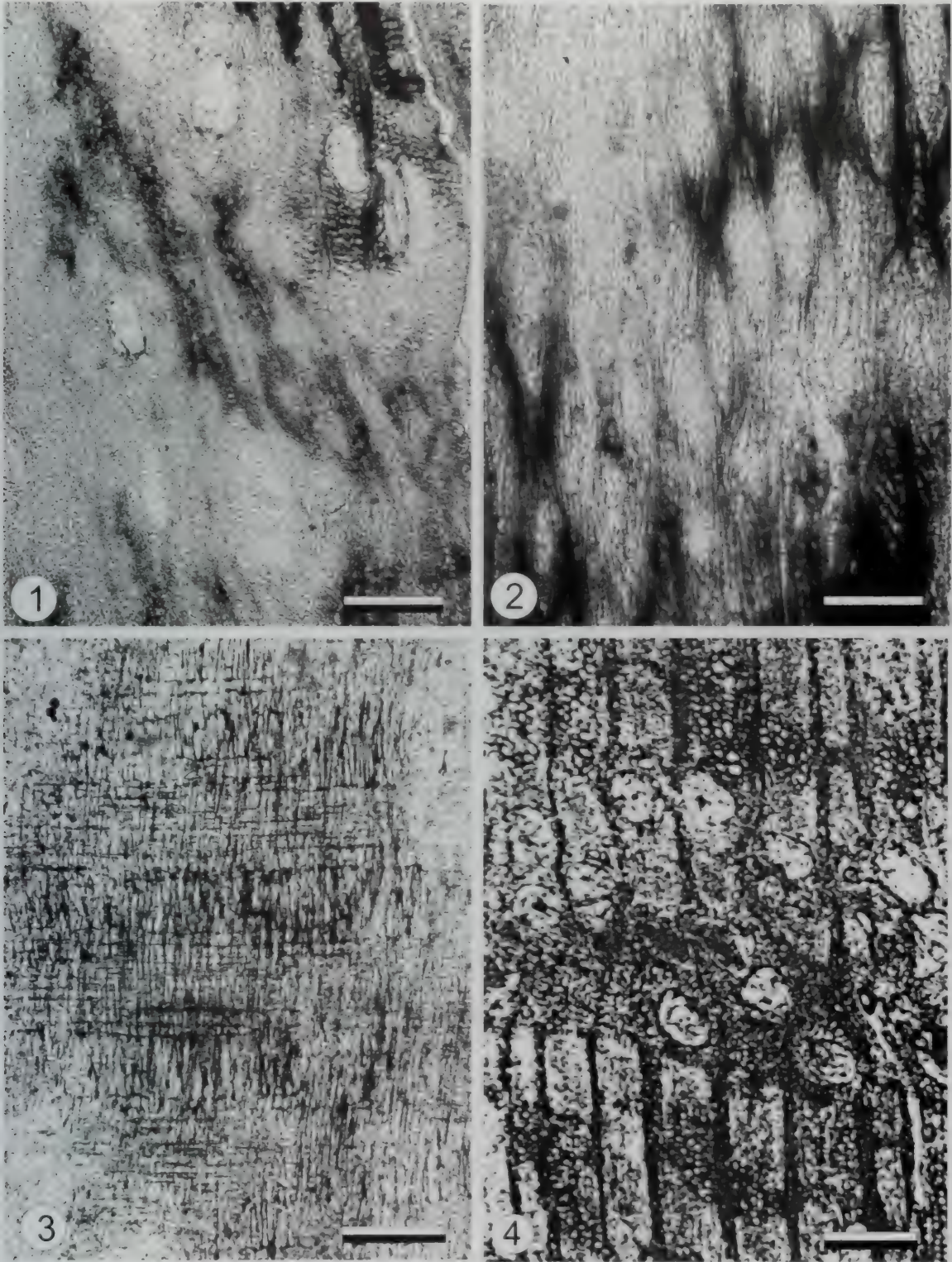
海南红豆 *Ormosia pinnta* Merr. (图版7-34, 图1-3)

1990 *Ormosia pinnta* Merr., 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞湖, 页379~383, 图版II, 图7~9

2005 *Ormosia pinnta* Merr., 齐国凡等, 页69, 图版I-4, I-5

特征: 生长轮明显。散孔材。管孔在肉眼下明显, 少至略少, 中至略大, 大小略一致;

图版7-34 海南红豆 *Ormosia pinnta* 等



海南红豆 *Ormosia pinnta*

1 横切面，示单管孔或短径列复管孔，标尺400 μm；2 弦切面，示多列射线，标尺200 μm；3 径切面，示射线异型，标尺400 μm

兹克刺槐型木 *Robinioxylon zirkelii* (引自Prakash, Du and Tripathi, 1995)

4 横切面，示生长轮明显，环孔材，标尺200 μm

散生，分布略均匀。导管横切面为卵圆及椭圆；壁薄；单管孔及短径列复管孔（2~3个）；散生，3~7个；最大直径273 μm ，多数130~160 μm ；侵填体未见；树胶少见；螺纹加厚未见。单穿孔，圆形、卵圆及椭圆形；穿孔板平行及略倾斜。管间纹孔式互列，卵圆及椭圆，长径5.6~7.2 μm ，纹孔口内涵，透镜形及裂隙状。与射线及轴向薄壁组织间纹孔式类似管间纹孔式。轴向薄壁组织量多，有叠生趋势。主为翼状，次为翼状及轮介状。薄壁组织串由2~4个细胞组成；树胶未见，含菱形晶体，存在于分室含晶细胞中（1~数个）。木纤维壁薄至略厚。木射线非叠生，局部斜列，5~9根/mm，射线组织异形Ⅲ型。单列射线数少，高1~4细胞。多列射线宽2~4（多数3）细胞，高5~16细胞；射线细胞多数为卵圆形，边缘细胞较中间部分的细胞高；含树胶；菱形晶体多存在于方形细胞中。胞间道未见。

产地与层位：武汉新洲；新近纪。

刺槐型木属 *Robinioxylon* Falqui, 1907

模式种：*Robinioxylon zirkelii* (Platen) Matten

属征：生长轮明显，环孔材。导管分子具螺旋加厚和尾状附属物；单穿孔，管间纹孔为附物纹孔，对列。薄壁组织傍管状，环管状、翼状、带状、成切向带。木射线1~6细胞；同型射线。

时代与分布：新生代；美洲；欧洲。

兹克刺槐型木 *Robinioxylon zirkelii* (Platen) Matten, Gastaldo & Lee

(图版7-34, 图4; 图版7-35, 图1-5)

1995 *Robinioxylon zirkelii*, Prakash, Du and Tripathi, 页341-360, 图8-10, 31-34, 37, 38

特征：生长轮明显，界以大的紧密排列的早材管孔；早材至晚材急变。环孔材。导管小至大；早材导管大，通常单管孔1~4个细胞切向排列，2~3个成组；导管椭圆形或圆形；切向直径110~220 μm ，径向直径110~245 μm ，壁厚，厚度9 μm ；10~14个导管/mm²，侵填体丰富。晚材导管小，方形或多角形；切向直径15~120 μm ，径向直径15~100 μm ；壁薄，厚度5 μm ；多3~7个细胞或更多成组，形成巢状结构；侵填体有或无，20~80个管孔/mm²。导管分子具螺旋加厚和尾状附属物，长达550 μm ；单穿孔，管间纹孔为附物纹孔，对列，紧密，具缘，直径5~6 μm 。薄壁组织在早材为傍管状，环管状、翼状、带状；在晚材为聚合翼状，形成1~4细胞宽连续或不连续的切向带；薄壁组织束叠生。薄壁组织细胞矩形，切向直径15~30 μm ，径向直径1.5~21 μm ，垂直长30~84 μm ，有时含单个晶体。木射线细到宽；少数单列，多5~6细胞，或120~180 μm 高；多列射线2~4，多3~4细胞，或42~90 μm 宽，7~48（通常19~37）细胞或105~810 μm 高。同形射线，仅由横卧细胞构成。非叠生。射线细胞切向面上圆形或卵形，直径15~24 μm ；径向长45~90 μm 。6~9根射线/mm。韧型纤维细胞圆形或卵形，直径9~15 μm ，壁厚6 μm ，腔小，不具隔膜。

产地与层位：山东临朐县；中新世山旺组。

槐属 *Sophora* L.

模式种：*Sophora tomentosa* L.

时代与分布：新生代；欧洲、非洲、美洲、大洋洲。

日本槐树 *Sophora japonica* (图版7-36, 图1-12)

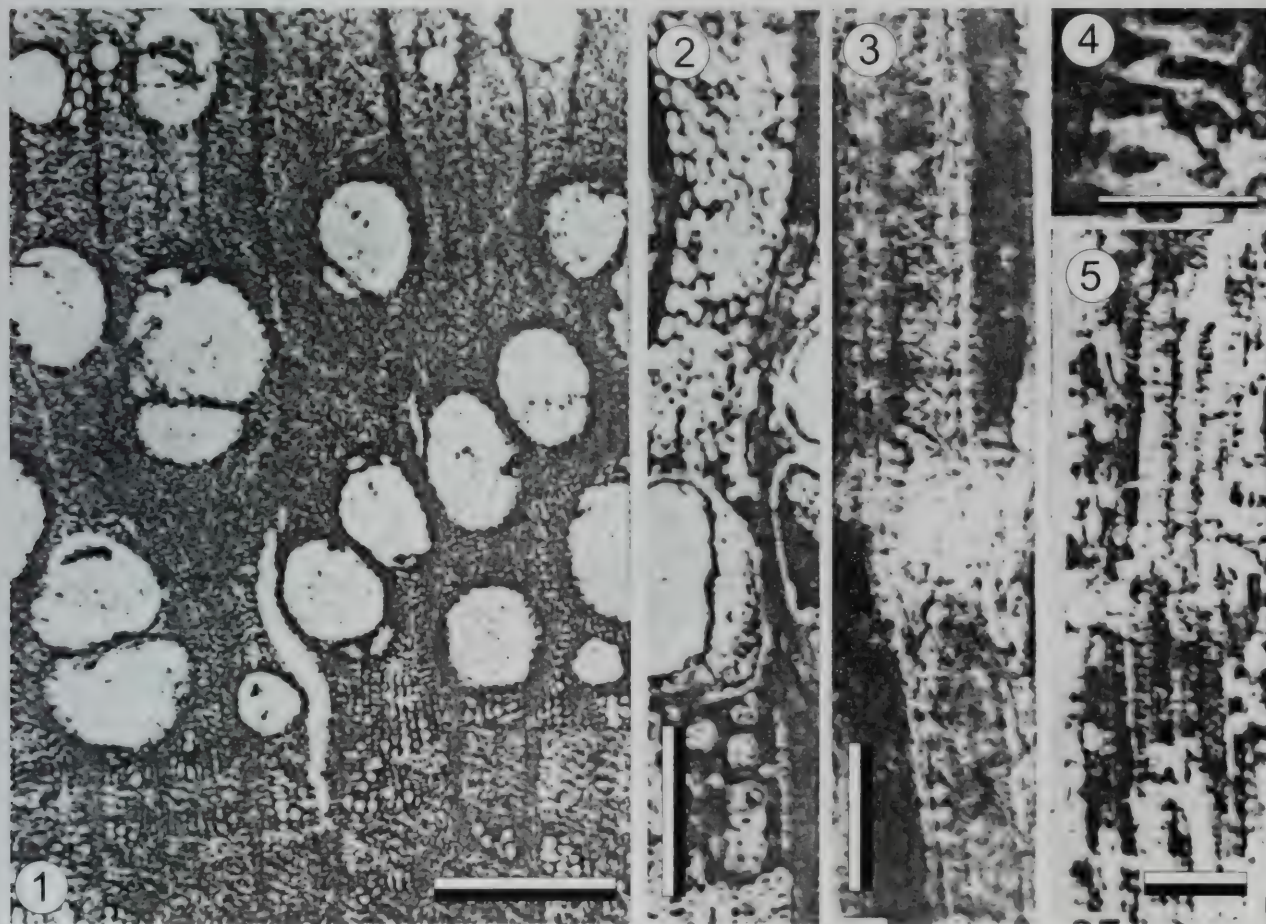
1999 *Sophora japonica*, 张明书, 刘守全, 页469~473, 图版III, 图1-14

特征：生长轮界及早。晚材界明显，生长轮宽1~1.5 mm，平均1.26 mm。早材浅棕色，宽0.5~0.6 mm，由2~3个管孔排列成明显的环孔带；晚材深棕色，宽0.7~0.8 mm，多为2~3个管口组成复管孔。晚材上具薄壁细胞和木纤维加厚带，属环孔材。横切面早材管孔13.5个/mm²，占面积82.5%，其中单管孔7.4个，复管孔5.4个。导管直径40~320 μm ，多数在195~287 μm ，管口椭圆形或卵形，管壁厚6~10

μm ，导管孔长 $150 \sim 210 \mu\text{m}$ ；晚材管孔 $8.5 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，占面积的6%，其中单管孔4个，复管孔4~5个。导管横径 $40 \sim 97.5 \mu\text{m}$ ，多数 $60 \sim 90 \mu\text{m}$ ，管口圆形或显多角形，管壁厚 $5 \sim 6.5 \mu\text{m}$ ，导管节长 $200 \sim 300 \mu\text{m}$ 。穿孔板倾斜，管间纹孔互列， $750 \sim 900 \text{ 个}/\text{mm}^2$ ，横径 $6 \sim 9 \mu\text{m}$ ，纹孔口有圆形、裂隙形，而以梭形较多，纹孔口长径和短径分别为 $3.5 \sim 6.0 \mu\text{m}$ 和 $1.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ ，导管内充填体较多。弦切面射线 $15.9 \text{ 束}/\text{mm}^2$ ，单列2.7束，占总量的16.89%，高 $180 \sim 220 \mu\text{m}$ ，由7~12层细胞组成，宽 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ 。多列射线13.2束，占总量的83.02%，高 $120 \sim 810 \mu\text{m}$ ，由10~40层细胞组成。宽 $20 \sim 70 \mu\text{m}$ ，有2~6列细胞。异形射线由3种细胞组成，一种是垂直的横向细胞，长 $70 \sim 100 \mu\text{m}$ ，宽 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ ，横断面呈椭圆形或卵形，另一种是直细胞，高 $25 \sim 40 \mu\text{m}$ ，宽 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ ，第三种为方形细胞，其边长 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ ，但数量较少。木薄壁组织中轴向薄壁组织较多，分布在导管周围形成环管束状或翼状，在早材带上从管孔周围扩展至纤维组织中，在晚材带上，向晚材管孔两侧扩展成翼，并连接成波浪状，或单独形成木薄壁组织轮界。木薄壁组织端壁略有加厚，侧壁纹孔口横向椭圆形互列。

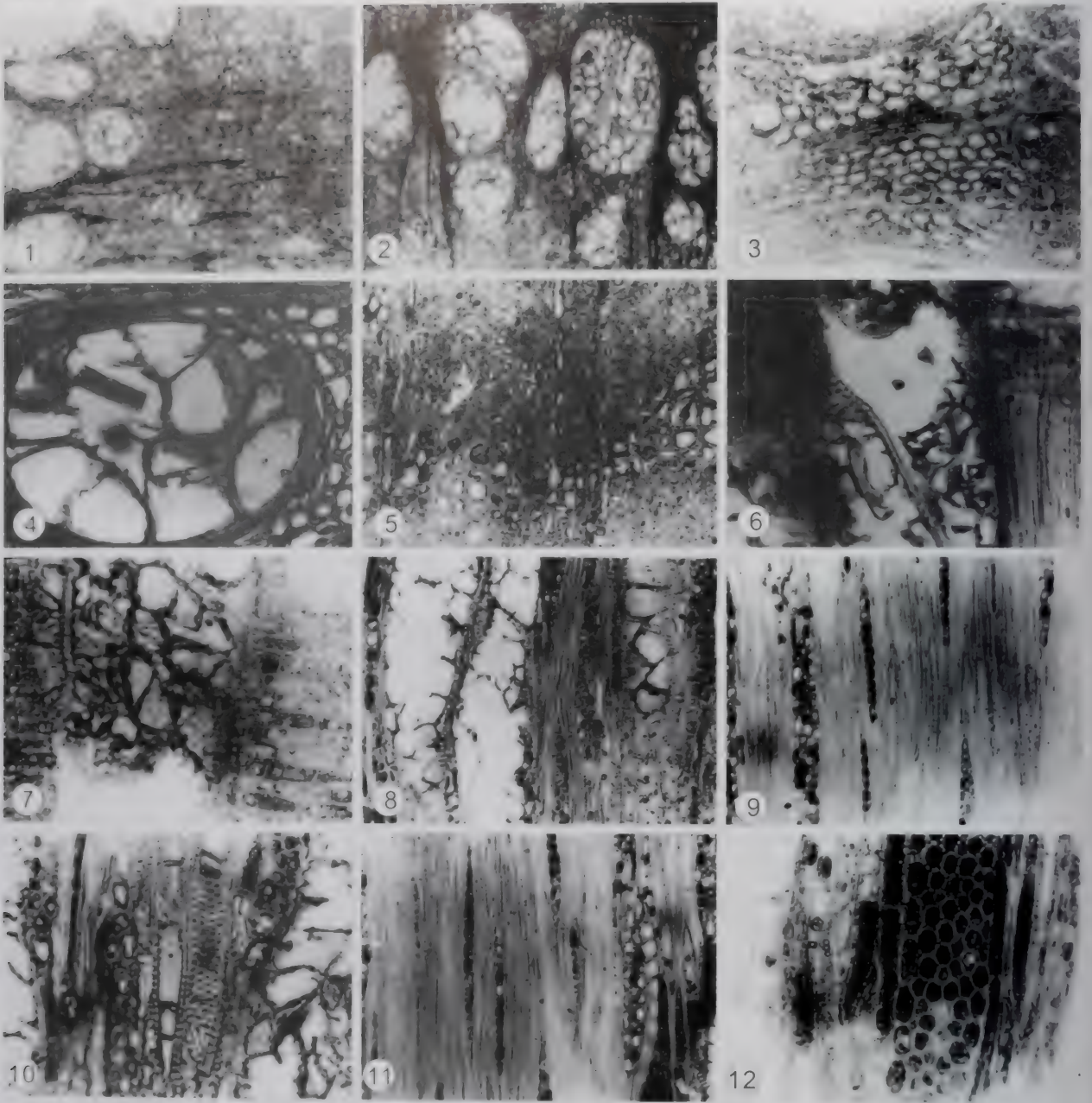
产地与层位：浙江普陀山岛；晚更新世或早全新世

图版7-35 兹克刺槐型木 *Robinioxylon zirkelii* (引自Prakash, Du and Tripathi, 1995)



1 横切面，示生长轮界以加厚的纤维，标尺 $400 \mu\text{m}$ ；2 横切面，示木薄壁组织傍管状，纤维壁薄，标尺 $100 \mu\text{m}$ ；3 弦切面，示导管壁纹孔互列，标尺 $100 \mu\text{m}$ ；4 弦切面，示管间纹孔，标尺 $20 \mu\text{m}$ ；5 径切面，示射线同型，标尺 $200 \mu\text{m}$

图版 36 杭州 *Sequoia japonica* (引自张明书, 刘守全, 1999)



1 横切面, 示生长轮, 早晚材, $\times 100$; 2 横切面, 示环孔材, $\times 100$; 3 横切面, 示管孔弦向薄壁组织, $\times 200$; 4 横切面, 示导管内侵填体, $\times 200$; 5 横切面, 示波浪环薄壁组织, $\times 200$; 6 弦切面, 示斜向穿孔板, $\times 100$; 7 径向面, 示导管节及射线, $\times 200$; 8 弦切面, 示倾斜穿孔板, $\times 100$; 9 弦切面, 示单列和多列射线, $\times 100$; 10 弦切面, 示单列和多列射线, $\times 100$; 11 弦切面, 示薄壁细胞上的纹孔, $\times 200$; 12 弦切面, 示宽6列细胞的射线, $\times 200$

7.3.2.7 大戟科 Euphorbiaceae

秋枫属 *Bischofia* Bl.

模式种: *Bischofia javanica* Bl.

时代与分布: 新生代; 亚洲、大洋洲。

秋枫 *Bischofia javanica* Bl. (图版 7-37, 图1-6)

1987 *Bischofia javanica* 齐国凡等, 页309~313, 图版I, 图1~7

2003 *Bischofia javanica*, Li et al., 页71~78, 图1~8

2004 *Bischofia javanica* 程业明, 页14, 图版III, 图1~8

2005 *Bischofia javanica* 齐国凡等, 页50, 图版I-3, I-4

2005 *Bischofia javanica* 程业明等, 页107~112, 图3, 1~8

特征: 生长轮不明显。散孔材。导管横切面为卵圆形、椭圆形及似矩形; 径列复管孔(2~6个)甚多, 单管孔较少, 管孔团稀见; 通常径列, 分布略均匀, 38个/mm²; 壁薄(3 μm); 最大弦径150 μm, 多数80~120 μm; 侵填体及树胶稀见。螺纹加厚未见。单穿孔, 圆形及椭圆形; 穿孔板略倾斜。管间纹孔式互列, 互列, 长径9~13 μm; 纹孔口内涵, 透镜状及线形。轴向薄壁组织甚少, 仅见于导管旁。木纤维壁薄, 含树胶, 分隔木纤维常见。木射线非叠生。5~9根/mm。射线组织异形Ⅱ型及Ⅰ型。单列射线数少, 高3~16细胞。多列射线宽2~5细胞, 多数宽3~4细胞。高13~70细胞, 多数高27~40细胞, 常有2~3根射线纵向连接。直立或方形射线细胞比横卧细胞高得多, 后者卵圆、椭圆形, 略具多角形轮廓。射线细胞中树胶丰富, 菱形晶体甚多, 见于射线细胞及分室(2~4个)含晶细胞中。端壁节状加厚及水平壁纹孔多而明显。具穿孔射线细胞。射线与导管间纹孔式为横列刻痕状及大圆形。胞间道未见。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。云南元谋; 晚上新世沙沟组。台湾桃园; 中新世公馆凝灰岩组。

重阳木 *Bischofia polycarpa* Airy-Shaw (图版7-38, 图1-3)

2005 *Bischofia polycarpa*, 齐国凡等, 页53, 图版I-17, I-18

1998 *Bischofia polycarpa*, 杨家驹等, 页68~76, 图版II, 图4~9

特征: 生长轮不明显。散孔材。导管横切面为长椭圆形及椭圆形, 壁薄; 多为径列复管孔(通常2~3个, 稀4~5个), 少数为单管孔及管孔团; 径列; 78个/mm²。最大弦向直径70 μm, 多数30~49 μm。侵填体未见; 螺纹加厚未见。单穿孔圆形至椭圆形, 穿孔板略倾斜。管间纹孔式互列, 圆及卵圆形; 纹孔口内涵, 透镜形, 横列。与射线薄壁细胞间纹孔主为刻痕状, 少数大圆形。轴向薄壁组织少, 仅见于导管旁边。木纤维壁薄至厚, 三边形、四边形及多边形, 径列, 分隔纤维常见。木射线非叠生, 8~10根/mm。射线组织异形Ⅱ型, 稀异形Ⅰ型。单列射线数少, 高2~15个细胞或以上。多列射线宽2~4(多数宽3~4)细胞, 高9~34细胞, 多数高15~21细胞。射线细胞多数为卵圆形及椭圆形, 具多角形轮廓; 上下边缘直立细胞比中部横卧细胞高得多, 含树胶; 晶体见于正常及分室细胞中; 端壁节状加厚及水平壁纹孔多而明显。胞间道未见。

产出与层位: 武汉新洲; 新近纪。

土蜜树属 *Bridelia* Willd.

模式种: *Bridelia spinosa* (Roxb.) Willd.

时代与分布: 新生代; 亚洲。

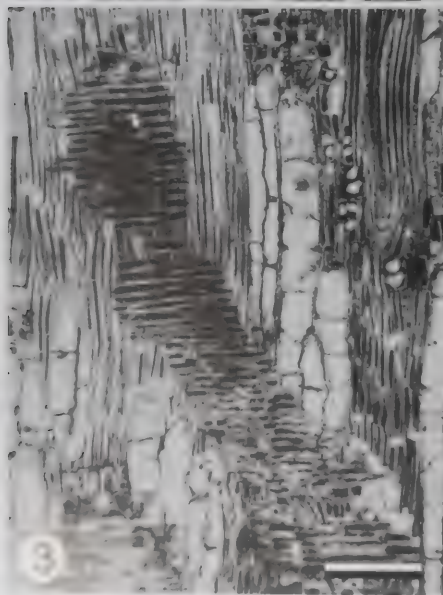
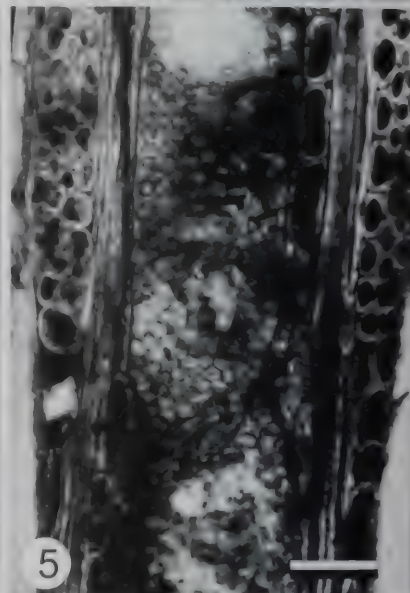
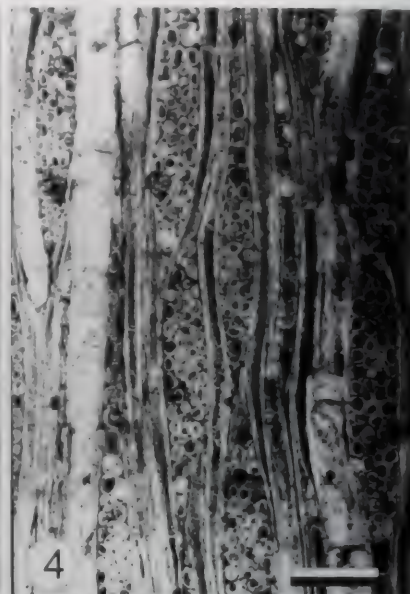
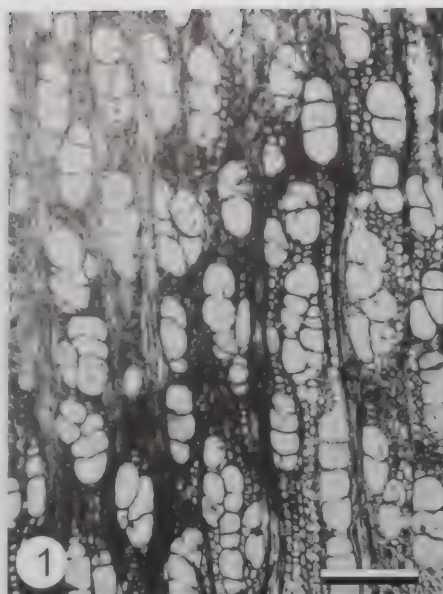
武汉土蜜树 *Bridelia wuhanensis* Yang et al. (图版7-38, 图4; 图版7-39, 图1-2)

1998 *Bridelia wuhanensis*, 杨家驹等, 页68~76, 图版I, 图8-10, 图版II, 图1~3

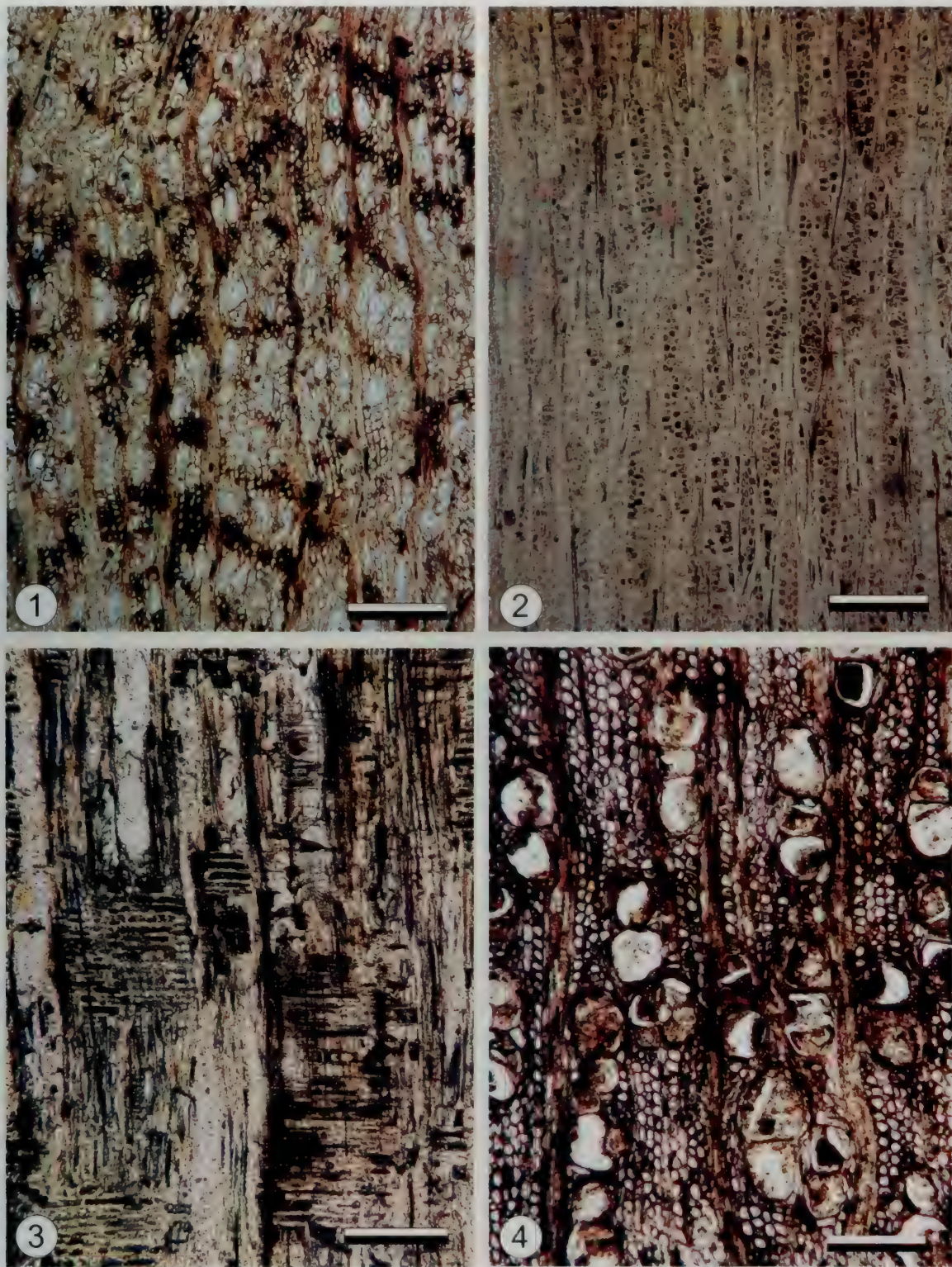
2005 *Bridelia wuhanensis*, 齐国凡等, 页55, 图版I-18, I-19

图版 100 木部 *Bischofia javanica*

- 1 横切面，显示复管孔，标尺 200 μm ；
- 2 纵切面，示多列射线，标尺 200 μm ；
- 3 横切面，示射线异型，薄壁组织细胞束，标尺 200 μm ；
- 4 弦切面，示多列射线；分隔纤维组织；轴向薄壁组织，300 μm ；
- 5 弦切面，示管间纹孔互列，50 μm ；
- 6 径切面，示导管射线间纹孔；射线异型II，100 μm 。



图版7-38 重阳木 *Bischofia polycarpa* 等



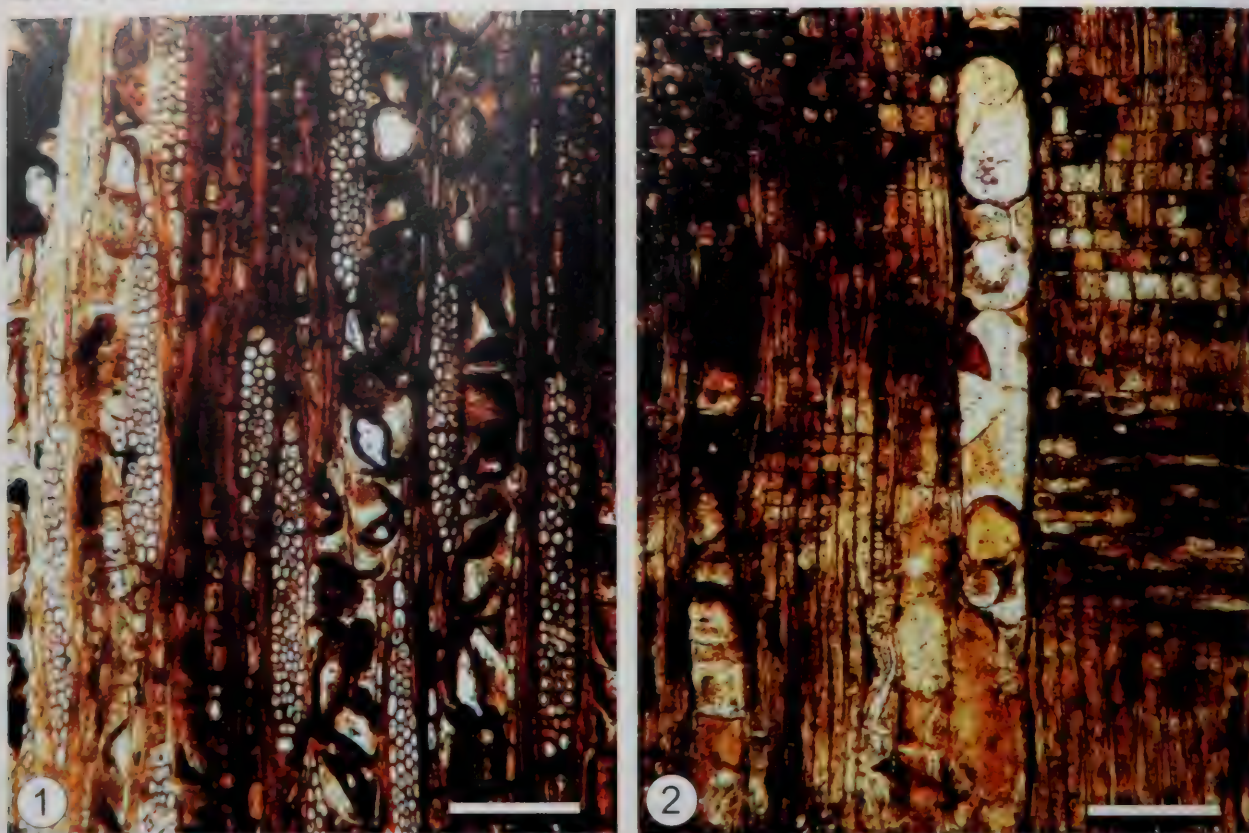
重阳木 *Bischofia polycarpa*

1 横切面，示径列复管孔，标尺400 μm ；2 弦切面，示多列射线，标尺400 μm ；3 径切面，示射线异型，标尺200 μm

武汉土蜜树 *Bridelia wuhanensis*

4 横切面，示单管孔或短径列复管孔，标尺400 μm

图版 7-39 武汉土星树 *Bridelia wuhanensis*



1 弦切面，示多列射线，标尺400 μm；2 径切面，示射线异型，标尺400 μm

特征：生长轮略明显，轮宽 2~4 mm。散孔材。导管横切面为圆形、卵圆及椭圆形；壁厚 (11 μm)；单管孔及径列复管孔 2~4 (偶至6) 个，少数管孔团；径列；11~15 个/mm²。最大弦向直径230 μm，多数 119~140 μm；具硬化侵填体与树胶；螺纹加厚未见。单穿孔，椭圆、长椭圆及卵圆形；复穿孔未见；穿孔板倾斜。管间纹孔式互列，圆形及卵圆形，具多角形轮廓。与射线间纹孔式横列刻痕状及肾脏形，少数大圆形。轴向薄壁组织偶见于管孔旁边，疏环管状及星散状。木纤维胞壁通常薄至厚，分隔木纤维普遍。木射线非叠生，7~10 根/mm。射线组织异形 II 型，少数异形 I 型。单列射线由直立细胞组成，高 3~24 细胞或以上。多列射线宽 2~5 (多数3~4) 细胞，高12~61细胞。射线细胞多数为卵圆形，具多角形轮廓；有少量鞘细胞，边缘细胞较中间部分横卧细胞高得多。含大量树胶，菱形晶体存在于正常及分室含晶细胞中。胞间道未见。

产地与层位：武汉新洲；新近纪

油柑属 (叶下珠属) *Phyllanthus* L.

模式种：*Phyllanthus niruri* L.

时代与分布：新生代；欧洲、美洲、亚洲、大洋洲

武汉油柑 *Phyllanthus wuhanensis* Yang et al. (图版7-40, 图1-3)

1000 *Phyllanthus wuhanensis*, 杨学政等, 图68-76, 图版I, 图1-7

2000 *Phyllanthus wuhanensis*, 齐国凡等, 图55, 图版I-22, I-23

特征：生长轮不明显，轮宽约2 mm。散孔材。导管横切面为椭圆形及卵圆形；壁薄；径列复管孔(通

常2个,稀4个),少数单管孔及管孔团。径列;25~32个/mm²。最大弦向直径114 μm,多数49~71 μm;侵填体未见,螺纹加厚未见。单穿孔,圆至椭圆形,穿孔板倾斜。管间纹孔式互列,卵圆及椭圆形,长径7.7~15 μm;纹孔口内涵,透镜形、线形及裂隙状。与射线间纹孔主系横列刻痕状及肾脏形,稀大圆形。轴向薄壁组织未见或疏环管状及星散状。木纤维胞壁薄或略厚,三角形、四边形或多角形;排列不规则,稀径列;分隔木纤维常见。木射线非叠生,5~7根/mm。射线组织异形多列。单列射线极少,高4~16细胞,完全由直立细胞组成。多列射线2~6(多数4)细胞,高7~70细胞或以上。射线细胞主系卵圆形、椭圆形及长椭圆形,具多角形轮廓;边缘细胞比中部细胞高得多;含树胶,晶体可见。

产地与层位:武汉新洲;新近纪。

7.3.2.8 楝科 Meliaceae

洋椿型木属 *Cedreloxylon* Selmeier, 1987

Cedreloxylon cristalliferum Selmeier, 1987

时代与分布:新生代;亚洲至大洋洲。

含晶洋椿型木 *Cedreloxylon cristalliferum* Selmeier. (图版7-41, 图1-6)

2004 *Toona sinensis*, 程业明, 页11, 图版I, II, 图1~10

2006 *Cedreloxylon cristalliferum*, Cheng, Ferguson, Li & Wang, Fig 1 A-G

特征:生长轮明显;生长轮宽度1.8~8 mm。环孔材。早材管孔连续排列成早材带,宽2~5管孔,多数为单管孔,少数排列成短径向和斜向管孔链(2~3)。导管横切面上为圆形及椭圆形;弦向直径125~404 μm,平均219 μm;径向直径152~490 μm,平均301 μm。早材每平方毫米7~9个导管。导管分子长106~448 μm,平均285 μm。侵填体未见;导管内树胶丰富。在晚材带导管横切面上其形状略同早材带;单管孔,短径列或斜列复管孔(2~4)及少数管孔团;散生;管孔直径比早材管孔小得多。导管分子端壁具单穿孔;穿孔板在早材导管中平行及略倾斜,在晚材倾斜度比早材大;在穿孔板附近有许多树胶。管间纹孔式互列,轮廓为多角形,纹孔口与导管长轴垂直,长径5.3~8.9 μm。射线-导管间纹孔式类似管间纹孔式。轴向薄壁组织环管状。射线组织异形,由横卧射线细胞和直立或方形射线细胞组成。射线高60~753 μm,平均323 μm;宽23~102 μm,平均61 μm;单列射线数少。多列射线宽2~6个细胞,多为3~4个,高5~28个细胞。每毫米射线2~7条,多5~6条。直立或方形射线细胞比横卧射线细胞略高,细胞内具有晶体。多列射线边缘多具一列直立和方形射线细胞。木射线非叠生。木纤维壁薄;分隔木纤维未见。轴向创伤树脂道见于晚材带及生长轮早材的起始部分,充满树胶。

产地与层位:云南元谋;晚上新世和上新世沙沟组。

7.3.2.9 芸香科 Rutaceae

吴茱萸属 *Euodia* J. R et G. Forst.

模式种: *Euodia hortensis* Forst.

时代与分布:新生代;亚洲、非洲、大洋洲。

吴茱萸 *Euodia rutaecarpa* (Juss.) Benth. (图版7-42, 图1-3)

1992 *Euodia rutaecarpa* (Juss.) Benth., 陈秀娟等, 页368~372, 图1-4

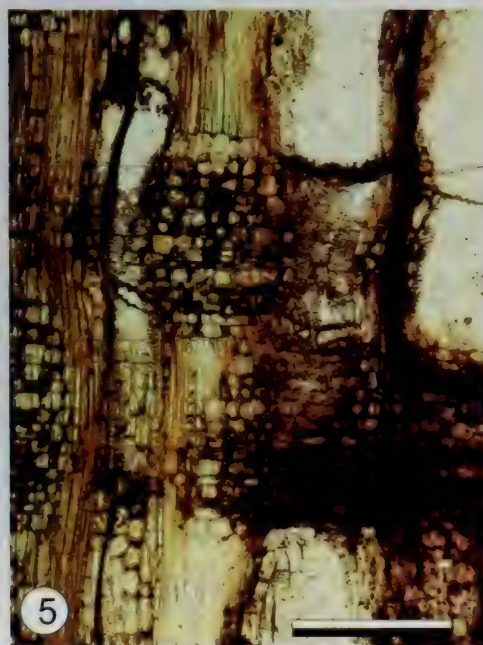
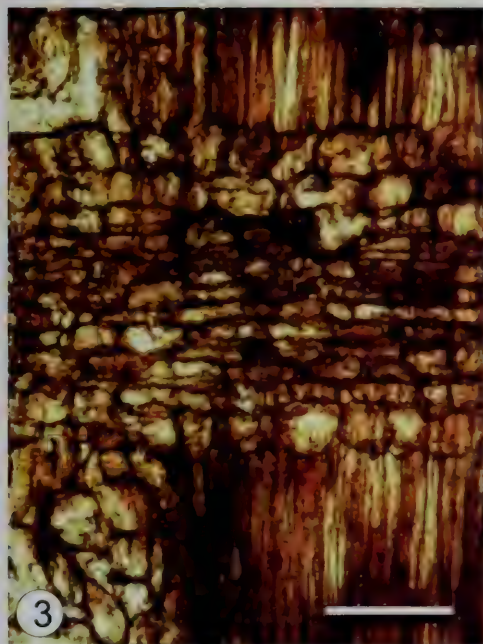
2005 *Euodia rutaecarpa* (Juss.) Benth., 齐国凡等, 页71, 图版I-22

特征:生长轮明显。半环孔材至环孔材。早材管孔断续排列成明显的早材带。在生长轮中,由内向外,管孔由大逐渐变小。早材部位的大导管,其管孔多为长卵圆形及圆形。弦向平均直径195 μm,多数直径在160~255 μm。管孔内含侵填体或树胶。晚材部位的小导管为单独及复管孔。管孔团多数为2~3个细胞,径列以2~4个细胞为多。小导管管壁上螺纹加厚明显。导管为单穿孔,圆形及椭圆形,穿孔壁

图版 7-40 武汉黄柏 *Phyllanthus wuhanensis*

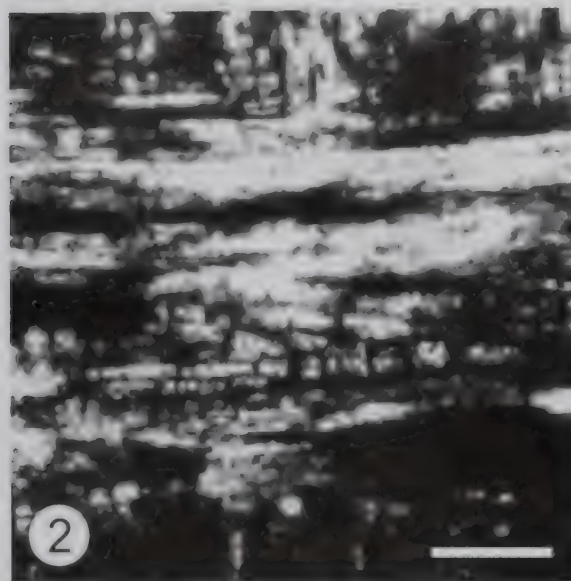
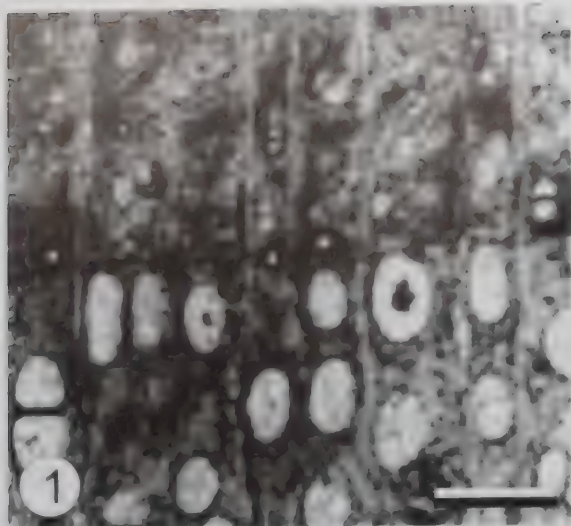


- 1 横切面，示单管孔或短径
列复管孔，标尺400 μm ；
2 弦切面，示多列射线，标
尺400 μm ；
3 径切面，示射线异型，标
尺400 μm 。



图版7-41
含晶洋椿型木
Cedreloxyton
cristallifeum Selmeier.
(引自程业明, 2004)

- 1 横切面, 示生长轮明显, 环孔材, 环管束状薄壁组织, 创伤树脂道, 标尺1 mm;
- 2 弦切面, 示管间互列纹孔式, 多角形纹孔轮廓及水平单穿孔板, 标尺150 μm ;
- 3 径切面, 示异形射线, 边缘直立射线细胞及其细胞内的晶体, 标尺150 μm ;
- 4 弦切面, 示射线宽度和高度、导管周围的轴向薄壁组织细胞、稍微倾斜的穿孔板及穿孔板附近的树脂, 标尺250 μm ;
- 5 径切面, 示异形射线, 导管端壁具单穿孔及导管周围的薄壁组织细胞, 标尺300 μm ;
- 6 弦切面, 示导管周围的轴向薄壁组织细胞、射线细胞内的晶体, 标尺150 μm 。

图版 7-42 关木通 *Euodia rutaecarpa*

1. 横切面，示生长轮明显，轴向薄壁组织轮层状， $\times 40$ ；2. 纵切面，示木射线异型III， $\times 120$ ；3. 纵切面，示管胞，管间纹孔互列，轴向薄壁组织轮层状， $\times 50$ 。

略倾斜。管间纹孔式互列，圆形至多角形，平均直径 $5.5\ \mu\text{m}$ ，纹孔口为内涵。轴向薄壁组织环管状及轮界状；端壁状加厚不明显，分室含晶可见。木纤维平均直径 $13\ \mu\text{m}$ 。木射线1~4根/mm，射线组织同形单列及多列，异形III型单列射线甚少，多列射线宽2~11个细胞，多数宽3~7个（ $35\sim 75\ \mu\text{m}$ ）细胞。射线高4~38个细胞，多数高12~26个（平均约 $185\ \mu\text{m}$ ）细胞；直立或方形射线细胞少见，比横卧射线细胞高。射线与管间纹孔式类似管间纹孔式。胞间道未见。

产地与层位：武汉新洲；新近纪。

7.3.2.10 杜鹃花科 *Ericaceae*

杜鹃花型木属 *Ericaceoxylon* Burgh, 1964

模式种：*Ericaceoxylon parechymatosum* Burgh, 1964

属征：散孔材；单管孔，管孔直径小；穿孔板梯状；管间纹孔式为对列或梯状对列。轴向薄壁组织量少，细弦带状。纤维分子明显具有具缘纹孔；无分隔纤维。

时代与分布：新生代；北半球。

龙陵杜鹃型木 *Ericaceoxylon longlingense* Yi (图版7-43, 图1-3)

2002 *Ericaceoxylon longlingense*, 袁铁梅, 页30, 图版 XVIII; XXI, 图1~16

特征：生长轮明显，早材管胞直径与晚材管胞直径区别明显，在横切面上早材导管数多；轮宽 $0.1\sim 0.7\ \text{mm}$ 。散孔材；单管孔，有时分子端部重叠而呈成对弦列；导管散生；导管横切面为多角形。复穿孔，梯状穿孔，偶可见具分枝；横隔窄， $1.60\sim 1.81\ \mu\text{m}$ ，横隔间距宽度为 $1.72\sim 2.25\ \mu\text{m}$ ，横隔数10~64条；穿孔板倾斜或甚倾斜。管间纹孔式为对列或梯状对列，椭圆形或椭圆形，中等大小；水平直径 $3.1\sim 5.2\ \mu\text{m}$ ，垂直直径 $5.0\sim 18.2\ \mu\text{m}$ ，纹孔口内涵，椭圆形或长椭圆形。射线导管间纹孔式多对列，类似导管间纹孔式。螺旋加厚出现在导管分子尾端。导管壁厚度 $4.6\sim 5.8\ \mu\text{m}$ ，最大弦径 $43.1\ \mu\text{m}$ ，多数在 $34.0\sim 19.1\ \mu\text{m}$ ，平均 $28.9\ \mu\text{m}$ ； $365\ \text{个}/\text{mm}^2$ 。射线导管间纹孔式对列，类似导管间纹孔式。薄壁侵填体常见。木纤维细胞弦壁具缘纹孔少不明显，径壁具具缘纹孔，平均直径为 $2.6\ \mu\text{m}$ 。无分隔纤维。纤维细胞壁厚度 $4.8\sim 8.6\ \mu\text{m}$ ，平均 $6.8\ \mu\text{m}$ ；胞腔

平均弦径8.3 μm 轴向薄壁组织量少, 细弦带状, 轴向薄壁细胞2~4个; 薄壁细胞端壁节状加厚略明显。射线多列和单列 单列射线高1~17细胞, 或105.2~748.1 μm 或以上; 宽21.3~26.4 μm 多列射线宽2~6细胞, 或97.5 μm ~160.3 μm ; 高5~64细胞, 或94.3 μm ~1135 μm 明显具两种大小的射线 多列射线的中部多为横卧细胞, 边缘有1~4(6)行直立和/或方形细胞 射线细胞多含似树胶物质 径切面上直立射线细胞垂直19.1~59.5 μm , 水平直径14.4~28.8 μm ; 方形射线细胞直径23.6~28.1 μm ; 横卧射线细胞垂直直径6.4~22.5 μm , 水平直径20.2~39.3 μm ; 射线细胞端壁及水平壁纹孔明显 12~18根/mm。

产地与层位: 云南龙陵; 晚上新世芒棒组。

常绿杜鹃型木 *Ericaceoxylon hymenanthoides* Yi (图版7-43, 图4; 图版7-44, 图1-2)

2002 *Ericaceoxylon hymenanthoides*, 袁铁梅, 页33, 图版XXII-XXV, 图1~18

特征: 生长轮明显, 早材管胞直径与晚材管胞直径区别明显, 在横切面上早材导管数多; 轮宽0.3~0.9 mm。半环孔材; 单管孔, 有时分子端部重叠而呈成对弦列; 导管散生; 导管横切面为多角形。复穿孔, 梯状穿孔为主, 部分具分枝; 横隔窄, 1.8~2.6 μm , 横隔间距宽度为2.3~4.8 μm , 横隔数3~28条, 单穿孔、网状和多孔式穿孔偶可见; 穿孔板倾斜 管间纹孔式为互列, 卵圆形或椭圆形。射线导管间纹孔式互列, 类似导管间纹孔式 导管分子壁螺纹加厚 导管壁厚3.5~5.8 μm , 最大弦径65.2 μm , 多数34~54.5 μm , 平均45.5 μm ; 390个/mm² 木纤维分子细胞壁厚3.3~4.6 μm , 平均4.1 μm ; 弦向直径3.7~12.3 μm , 平均弦径8.9 μm ; 具缘纹孔圆形, 直径3.4~4.5 μm ; 纹孔口内涵, 倾斜, 透镜形或裂隙状; 径壁和弦壁均明显具有具缘纹孔; 无分隔纤维 轴向薄壁组织量少, 星散状; 薄壁细胞端壁节状加厚不明显。木射线由多列和单列射线组成 单列射线高1~11细胞 多列射线宽2~4细胞, 或43.8~52.8 μm ; 高7~37细胞或102.4~688.7 μm 多数多列射线的中部多为横卧细胞, 边缘有1~7行直立和/或方形细胞, 少数射线细胞由横卧、方形和直立细胞混合组成 直立射线细胞垂直直径为40.9~99.8 μm , 水平直径16.8~32.8 μm ; 方形射线细胞直径20.9~34.4 μm ; 横卧射线细胞垂直6.4~24.9 μm , 水平直径17.9~67.5 μm 。射线细胞端壁及水平壁纹孔明显 射线6~12根/mm 髓部细胞保存较差, 细胞形态难以辨别。

产地与层位: 云南龙陵; 晚上新世芒棒组。

常绿杜鹃型木(相似种) *Ericaceoxylon cf. hymenanthoides* Yi (图版7-45, 图1-3)

2002 *Ericaceoxylon cf. hymenanthoides* 袁铁梅, 页36, 图版XXVI-XXVIII, 图1-12

特征: 生长轮明显, 早材管胞直径与晚材管胞直径区别明显, 在横切面上早材管孔数多。

半环孔材; 生长轮宽109.4~343.2 μm 单管孔, 有时分子端部重叠而呈成对弦列; 导管散生; 导管横切面为多角形 复穿孔主为梯状穿孔, 偶可见具分枝; 横隔窄, 1.28~2.43 μm , 横隔间距宽, 为3.64~6.59 μm , 横隔数8~46条, 多数14~32条; 穿孔板倾斜或甚倾斜。管间纹孔式为对列或梯状对列, 圆形或椭圆形, 小至中等大小; 水平直径3.7~16.7 μm , 垂直直径2.1~3.1 μm 。螺纹加厚出现在导管分子尾端。横切面上导管壁厚4.6 μm , 导管最大弦径43.8 μm , 多数21.6~38.4 μm , 平均28.2 μm ; 411个/mm²。射线导管间纹孔式互列, 类似导管间纹孔式 维管管胞未见 木纤维细胞少; 弦壁和径壁具缘纹孔少不明显。无分隔纤维 纤维细胞壁中等厚度, 平均4.1 μm 纤维分子平均弦径4.6 μm 轴向薄壁组织未见。射线由多列和单列射线组成 多列射线宽2~3细胞, 或97.5 μm ~115.3 μm ; 高5~54细胞 多列射线的中部多为横卧细胞, 边缘有1~3行直立和/或方形细胞 射线细胞端壁及水平壁纹孔不明显。

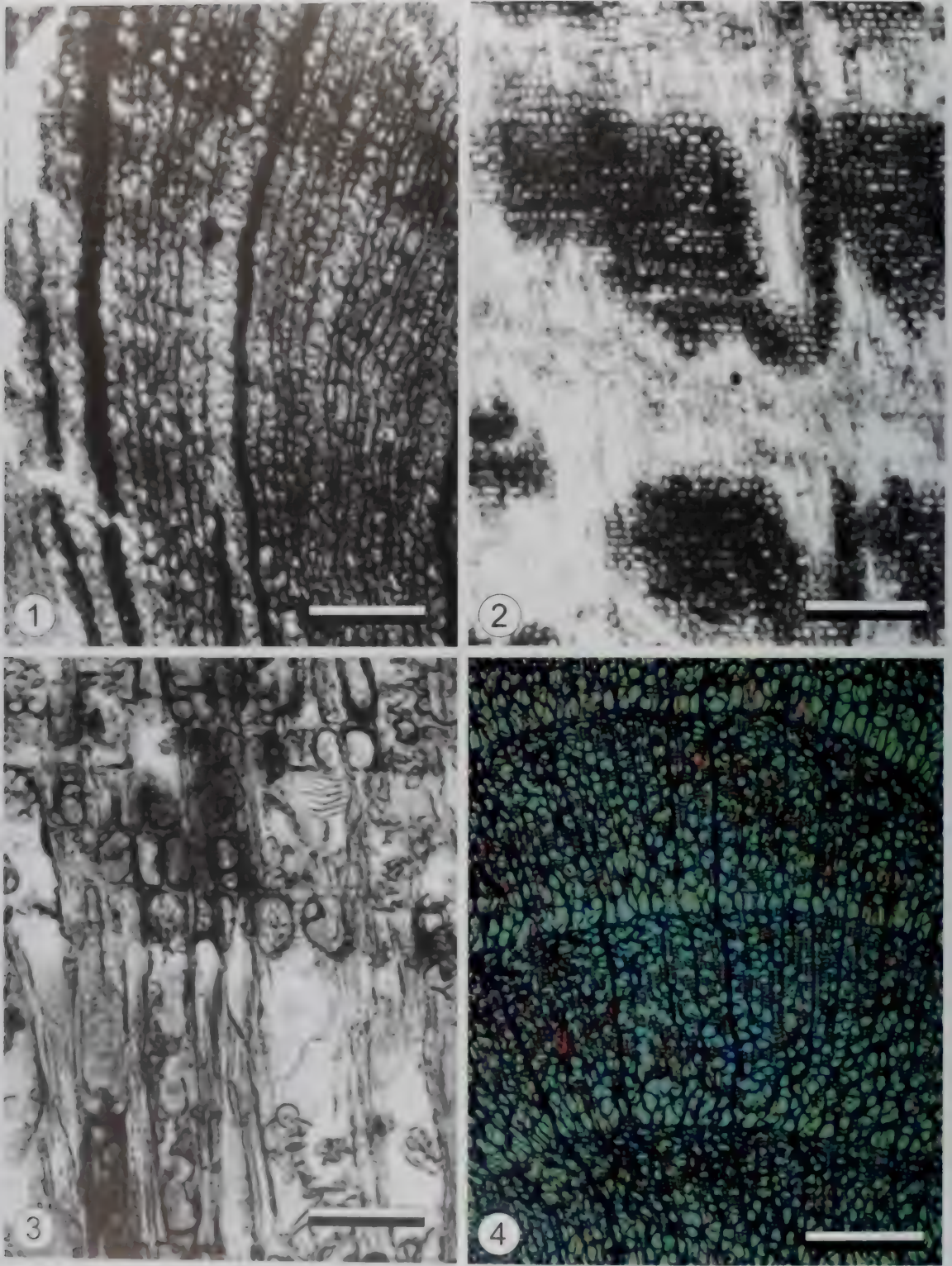
产地与层位: 云南龙陵; 晚上新世芒棒组。

杜鹃型木属(未定种) *Ericaceoxylon* sp. (图版7-45, 图4; 图版7-46, 图1-2)

2002 *Ericaceoxylon* sp., 袁铁梅, 页40, 图版XXXV, 图1~4

特征: 生长轮略明显 单管孔; 导管散生; 导管横切面为多角形 复穿孔, 梯状穿孔, 偶可见具分枝; 横隔窄, 1.9~2.3 μm , 横隔间距宽度为2.1~3.6 μm , 横隔数多数14~23条; 穿孔板倾斜 管间纹孔

图版 143 龙陵杜鹃型木 *Ericaceoxylon longlingense* 等

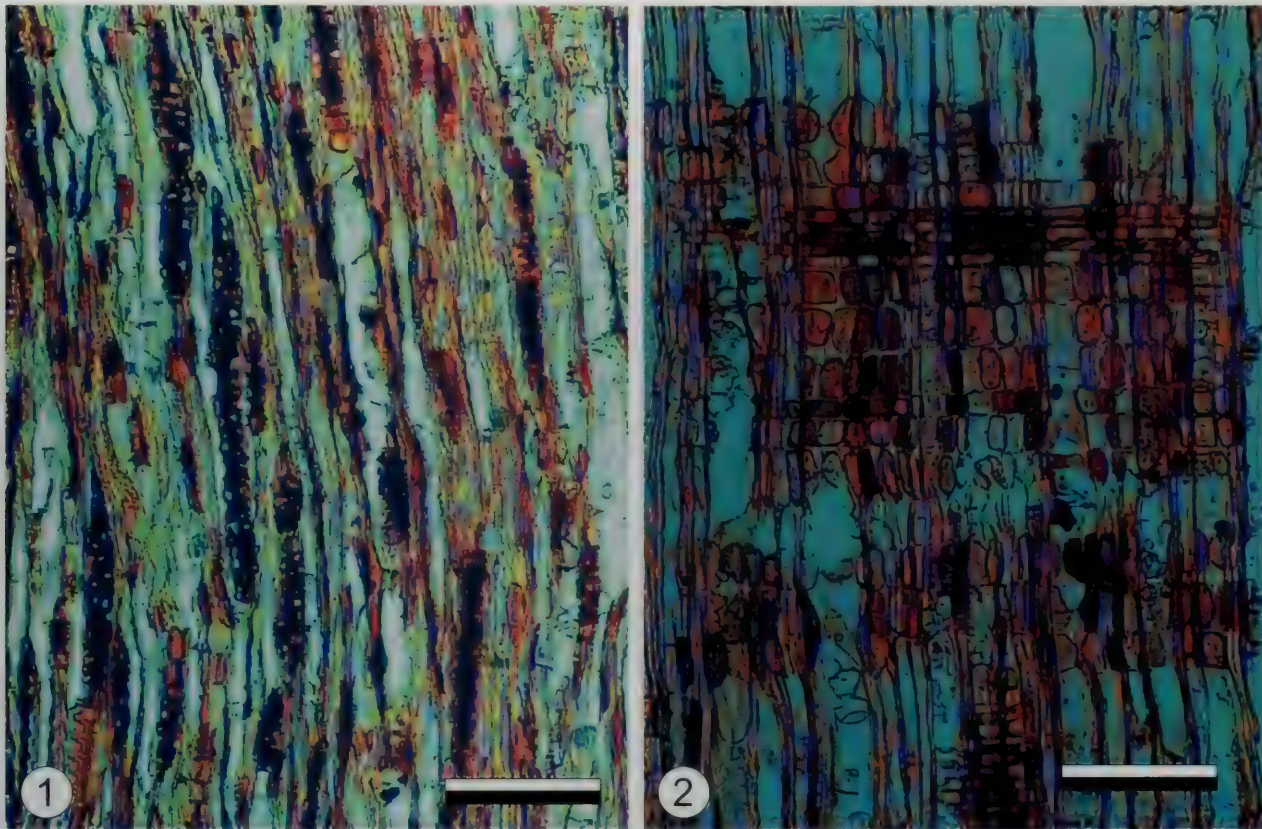


龙陵杜鹃型木 *Ericaceoxylon longlingense*

1 纵切面，示生长轮略明显，管孔直径小，轴向薄壁组织弦带状，标尺500 μm ；2 径切面，示射线异型，标尺500 μm ；3 纵切面，示管孔成梯状，标尺250 μm

香林杜鹃型木 *Ericaceoxylon hymenanthroides*

1 纵切面，示生长轮明显，微放射，标尺500 μm

图版7-44 常绿杜鹃型木 *Ericaceoxylon hymenanthesoides*1 弦切面，示单列和多列射线，标尺400 μm ；2 径切面，示射线异型；标尺200 μm 。

式未观察到。螺纹加厚有时出现在导管分子的末端。导管壁厚度平均为4.5 μm ，最大弦径40.8 μm ，最小18.5 μm ，平均28.1 μm 射线导管间纹孔式对列。螺纹加厚出现在导管分子的末端。射线由多列和单列射线组成。多列射线宽2~4细胞，多数2~3细胞宽，明显具两种大小的射线。多列射线的中部多为横卧细胞，边缘有1~3行直立和/或方形细胞。径切面上直立射线细胞垂直24.4~32.5 μm ，水平直径10.4~21.8 μm ；方形射线细胞直径22.0~30.1 μm ；横卧射线细胞垂直12.8~19.8 μm ，水平直径13.1~33.2 μm ；射线细胞端壁及水平壁纹孔略明显。

产地与层位：云南昌平县；晚上新世羊邑组。

越桔型木属 *Vacciniaceoxylon* Yi, 2002

模式种：*Vacciniaceoxylon vacciniumoides* Yi

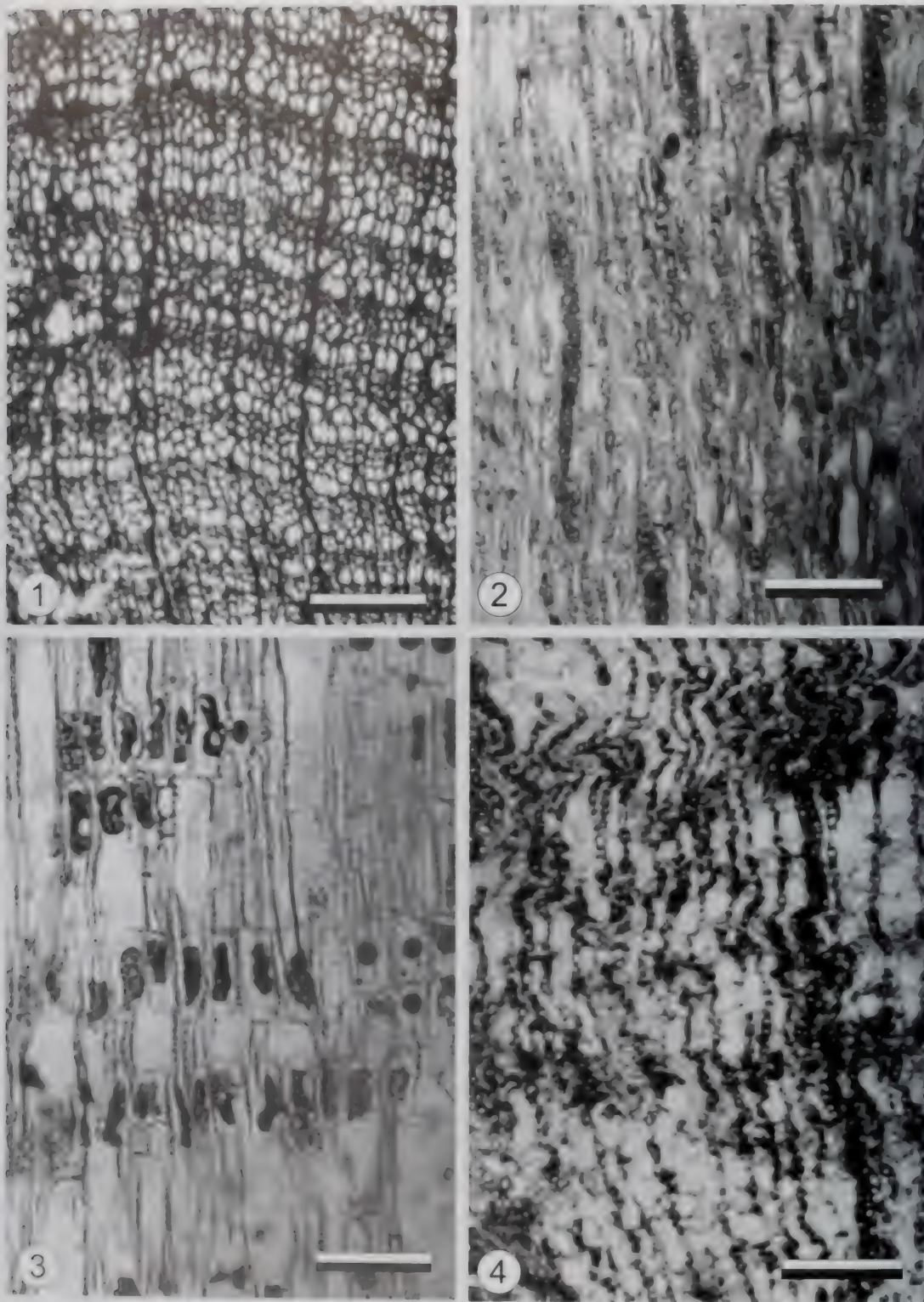
属征：生长轮略明显。散孔材；导管横切面为多角形；单管孔，散生；导管分子壁具螺纹加厚。复穿孔，网状穿孔和梯状穿孔。轴向薄壁组织量少，星散状或疏环管状；端壁节状加厚不明显。纤维分子细胞壁薄；具缘纹孔圆形；纹孔口内涵，透镜形或裂隙状。径壁和弦壁均具有具缘纹孔。无分隔纤维。木射线非叠生；多列和单列射线组成。单列射线高1~9细胞。多列射线宽2~4（多数2~3）细胞；高3~30细胞。多列射线的中部多为横卧细胞，边缘有1~4行直立和/或方形细胞。直立或方形射线细胞比横卧射线细胞高；射线细胞端壁及水平壁纹孔明显。射线导管间纹孔式互列，纹孔有明显的纹孔缘。

时代与分布：新生代；北半球。

越桔型木 *Vacciniaceoxylon vacciniumoides* Yi (图版7-47, 图1-3)

2002 *Ericaceoxylon* sp., 袁铁梅, 页37, 图版XXIX-图版XXXIV, 图1~17

图版 745 掌叶树属变木 (相似种) *Ericaceoxylon* cf. *hymenanthesoides* 等



掌叶树属变木相似种 *Ericaceoxylon* cf. *hymenanthesoides*

1 横切面，显示射线明显，窄，散孔材，标尺500 μ m；2 弦切面，示单列和多列射线，标尺400 μ m；3 径切面，显示散孔材，标尺200 μ m

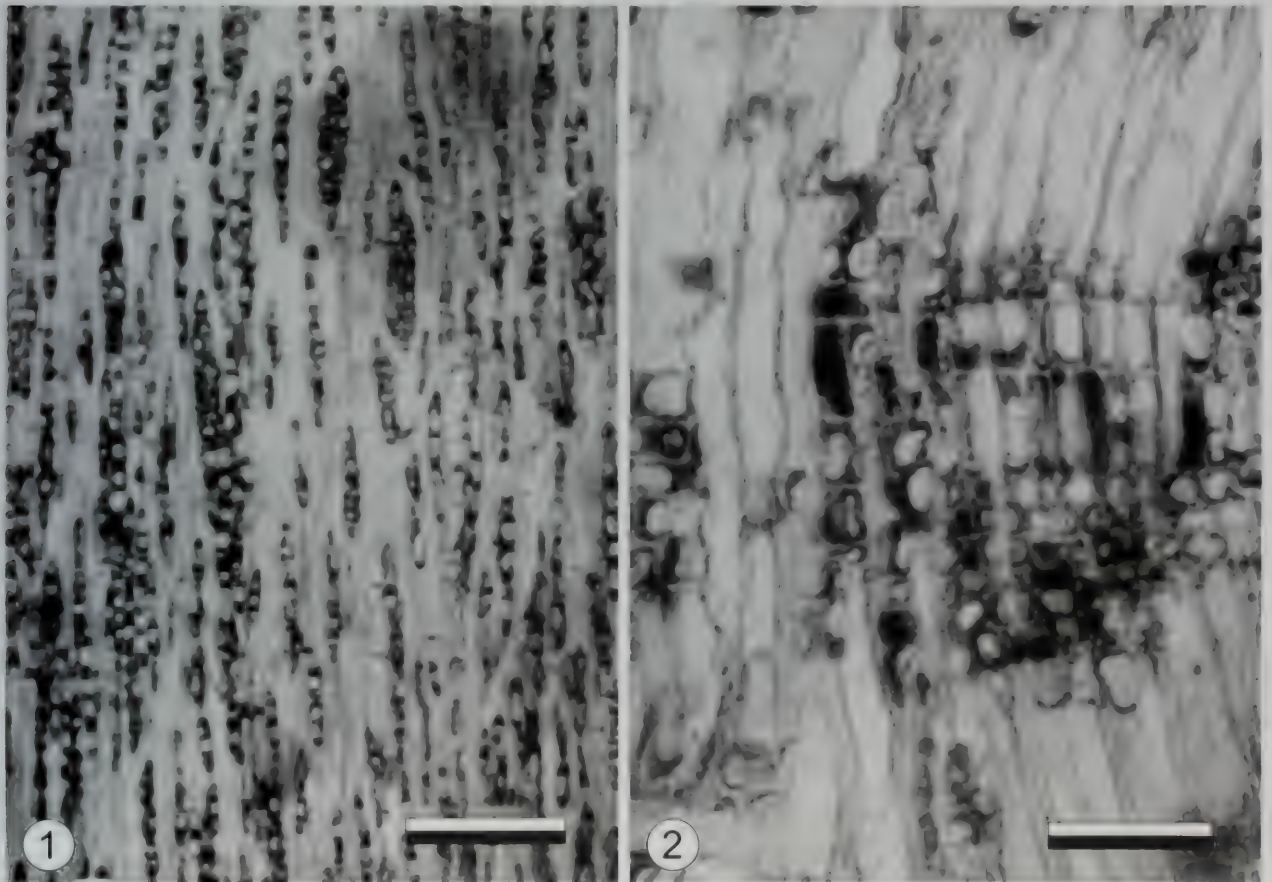
相似属变木 (未定种) *Ericaceoxylon* sp.

1 横切面，显示射线明显，散孔材，标尺500 μ m

特征：生长轮略明显或不明显，略明显时是由于早材管孔和晚材管孔直径不同以及晚材的木纤维细胞为径向扁平且数多。散孔材；单管孔，85%~95%导管单独，有时分子端部重叠而呈成对弦列；散生。导管横切面轮廓为多角形；导管分子长240~460 μm ，平均344 μm ；导管壁薄，2.1~3.9 μm 厚，平均2.4 μm 。复穿孔，网状和梯状穿孔为主，梯状穿孔少数具分枝；横隔窄，平均1.8 μm ，横隔间距宽度为1.7~2.3 μm ，横隔数5~16条，多数8~14条；穿孔板倾斜或甚倾斜。管间纹孔式未观察到。射线导管间纹孔有明显的纹孔缘，互列。整个导管分子上具螺旋加厚。导管横切面上最大弦径28.4 μm ，多数18.3~22.6 μm ，平均20.4 μm ；410个/ mm^2 。导管内侵填体常见。维管管胞未见。木纤维细胞壁上具缘纹孔明显，纹孔圆形，纹孔口内涵，透镜形或裂隙状；径壁和弦壁均具有具缘纹孔。无分隔纤维。木纤维细胞壁厚度中等3.3~8.6 μm ，平均弦径5.7 μm 。轴向薄壁组织量少，疏环管状或星散状；端壁节状不明显。纵向的薄壁组织细胞数为2~4个。木射线由多列和单列射线组成。单列射线高1~9细胞或以上，或64.8~434.8 μm ，宽12.9~15.4 μm 。多列射线宽2~4细胞，多数2~3细胞宽，或22.7~82.6 μm ；高6~24细胞，或97.8~633.1 μm 。多列射线的中部多为横卧细胞，边缘有1~4行直立和/或方形细胞，直立射线细胞垂直44.1~80.2 μm ，水平直径20.8~31.3 μm ；方形射线细胞直径27.3~33.5 μm ；横卧射线细胞垂直直径12.9~28.9 μm ，水平直径36.9~55.4 μm ；射线细胞端壁及水平壁纹孔明显。射线10~18根/ mm 。同一射线内间或出现2次多列部分。髓部细胞较大且壁薄。

产地与层位：云南龙陵县；晚上新世芒棒组。

图版7-46 杜鹃型木属（未定种）*Ericaceoxylon* sp.



1 弦切面，示单列和多列射线，标尺400 μm ；2 径切面，示射线异型，标尺200 μm

7.3.2.11 马鞭草科 Verbenaceae

石梓属 *Gmelina* L.

模式种: *Gmelina asiatica* L.

时代与分布: 新生代; 亚洲至大洋洲

武汉石梓 *Gmelina wuhanensis* Yang (图版7-47, 图4; 图版7-48, 图1-2)

1993 *Gmelina wuhanensis* Yang, 杨家驹等, 页206~214, 图版I, 图10A, B; 图版II, 图2~7

2005 *Gmelina wuhanensis* J. J. Yang, 齐国凡等, 页78, 图版I-9, I-10, I-11

特征: 生长轮明显, 宽度略均匀, 轮宽约3 mm。半环孔材至环孔材。侵填体常见。导管横切面为卵圆及圆形, 壁薄(5.4 μm), 主要为单管孔, 少数为径列复管孔(2~3个), 散生或斜列, 4~8个/ mm^2 , 最大弦径342 μm , 多数90~140 μm 。侵填体量多, 壁薄。螺纹加厚未见。单穿孔, 卵圆及圆形。穿孔板略倾斜及倾斜。管间纹孔式互列, 卵圆形, 具多角形轮廓, 长径10~14 μm , 纹孔口内涵, 透镜形及圆形。与射线及轴向薄壁组织间纹孔式类似管间纹孔式, 很少大圆形(大圆形指直径超过10 μm 者)。轴向薄壁组织环管束状及疏环管状, 略向两侧伸展, 树胶及晶体未见。木纤维胞壁薄, 分隔木纤维可见。木射线非叠生, 5~6根/mm。射线组织异形Ⅲ型。单列射线很少。多列射线宽2~6个(多数3~5)细胞, 高7~20个细胞或以上。射线细胞主要为卵圆形, 边缘细胞比中间部分高, 晶体及树胶未见。胞间道未见。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。

湖北石梓 *Gmelina hubeiensis* J. J. Yang (图版7-49, 图1-3)

1997b *Gmelina hubeiensis* J. J. Yang, 齐国凡, 杨家驹, 徐瑞瑚, 页149-160, 图版I I, 图4-9

2005 *Gmelina hubeiensis* J. J. Yang, 齐国凡等, 页81, 图版I-20, I-21

特征: 生长轮明显, 宽度略均匀, 轮宽3~5 mm。半环孔材至环孔材。导管横切面为卵圆及圆形; 壁薄(10 μm); 单管孔, 少数为径列复管孔(2~3个); 散生, 5~18个/ mm^2 ; 最大弦径280~324 μm , 多数99~167 μm ; 侵填体丰富。壁薄。螺纹加厚未见。单穿孔, 卵圆形。穿孔板平直或略倾斜。管间纹孔式互列; 卵圆形, 长径9.5~13.2 μm ; 纹孔口内涵, 透镜形及圆形。与射线及轴向薄壁组织间类似管间纹孔式。轴向薄壁组织轮介状及疏环管状。树胶及晶体未见。木纤维壁薄, 分隔纤维可见。木射线非叠生, 4~6根/mm。射线组织异形多列; 单列几乎不见。射线宽2~5细胞, 多数4细胞; 高5~31细胞或以上。射线细胞主要为卵圆形, 边缘方形细胞比中间部分高; 晶体及树胶未见。胞间道未见。

产地与层位: 武汉新洲; 新近纪。

7.3.2.12 木犀科 Oleaceae

白蜡树型木属 *Fraxinoxylon* Hofmann, 1929

属征: 散孔材。生长轮明显。多数为单管孔, 有时2个径列, 极少3个; 常2~4个管孔排列成切向带; 侵填体有或无; 单穿孔, 管间纹孔为附物纹孔。轴向薄壁组织主要轮界状、傍管状(环管状、聚翼状)稀疏; 星散——星散聚合极少。木射线1~3列, 多数2~3列宽; 多数同形。韧型纤维细胞不具隔膜。

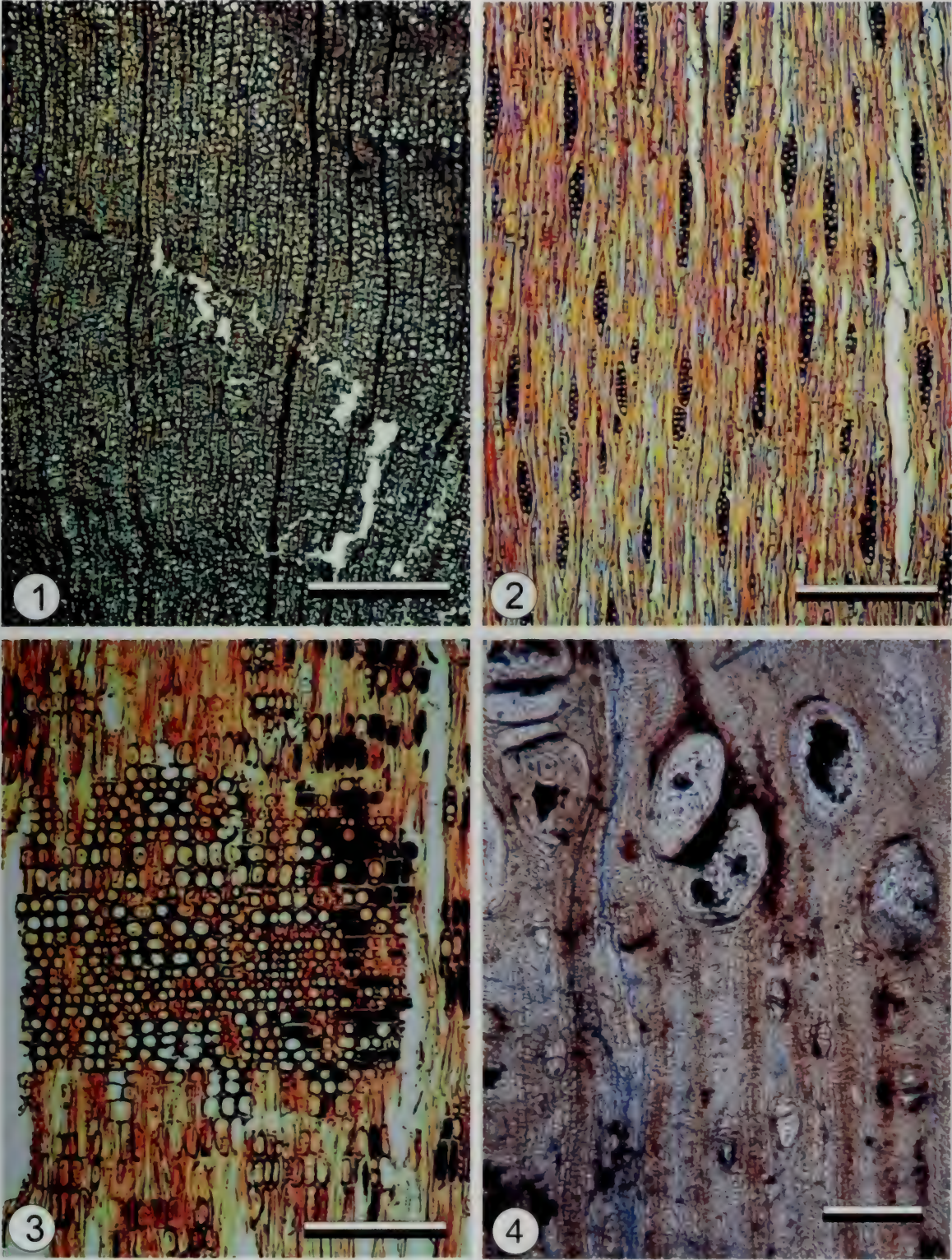
时代与分布: 新生代; 北半球

曼德束白蜡树 *Fraxinoxylon mandshuricum* Prakash et Du (图版7-49, 图4; 图版7-50, 图1-4)

1995 *Fraxinoxylon mandshuricum*, Prakash, Du and Tripathi, 页341~360, 图11, 39~42

特征: 散孔材。生长轮明显, 早材至晚材急变或渐变。导管小至大; 早材导管大, 椭圆形或圆形, 径向直径165~220 μm , 弦向直径165~250 μm , 壁厚, 厚度10 μm , 导管分子长度250~350 μm , 多数为单管孔, 有时具纹孔。最少3个, 最多, 常2~4个管孔排列成切向带, 9~11个管孔/ mm^2 , 有时具侵填体; 晚材管孔小, 直径60~120 μm , 壁薄, 厚度6 μm , 至尖端长220~320 μm , 多数单独, 间或成对,

图版7-47 越桔型木 *Vacciniaceoxylon vacciniumoides* 等



越桔型木 *Vacciniaceoxylon vacciniumoides*
1 横切面，示生长轮略明显，管孔直径小，标尺500 μm ；2 弦切面，示单列和多列射线，标尺400 μm ；
3 径切面，示射线异型，标尺300 μm
武汉石梓 *Gmelina wuhanensis*
4 横切面，示生长轮明显，标尺400 μm

图版7-48 武汉木 *Gmelina wuhanensis*



1 弦切面，示射线形态，标尺400 μm；2 径切面，示射线异型，标尺200 μm。

极少3个，有时逐渐变小，侵填体有或无，20~80个管孔/mm²。单穿孔，管间纹孔为附物纹孔，或具凸透镜状的开口，直径15 μm，对列或互列。薄壁组织主要为傍管状，星散状和轮界状亦可见。傍管薄壁组织环管状，2~3个细胞宽，在晚材外部偶见聚合翼状；星散和轮界状薄壁组织极少。薄壁组织细胞卵形或多角形，直径12 μm，长50~100 μm，有时具暗色沉积物。木射线1~3列，多数2~3列宽，22~40 μm宽，12~31，通常15~25个细胞，或300~500 μm高。单列射线极少，多数同形，仅由平卧细胞构成，偶见末端具1~2个方形细胞的异形III型射线。暗色沉积物常见。6~12根射线/mm。射线细胞切向面上圆形或卵形，直径21~33 μm；径向长42~60 μm。韧型纤维细胞方形或多角形，壁厚6 μm，腔小，不具隔膜。

产地与层位：山东临朐；中新世山旺组。

7.3.2.13 紫葳科 Bignoniaceae

梓属 *Catalpa* Scop.

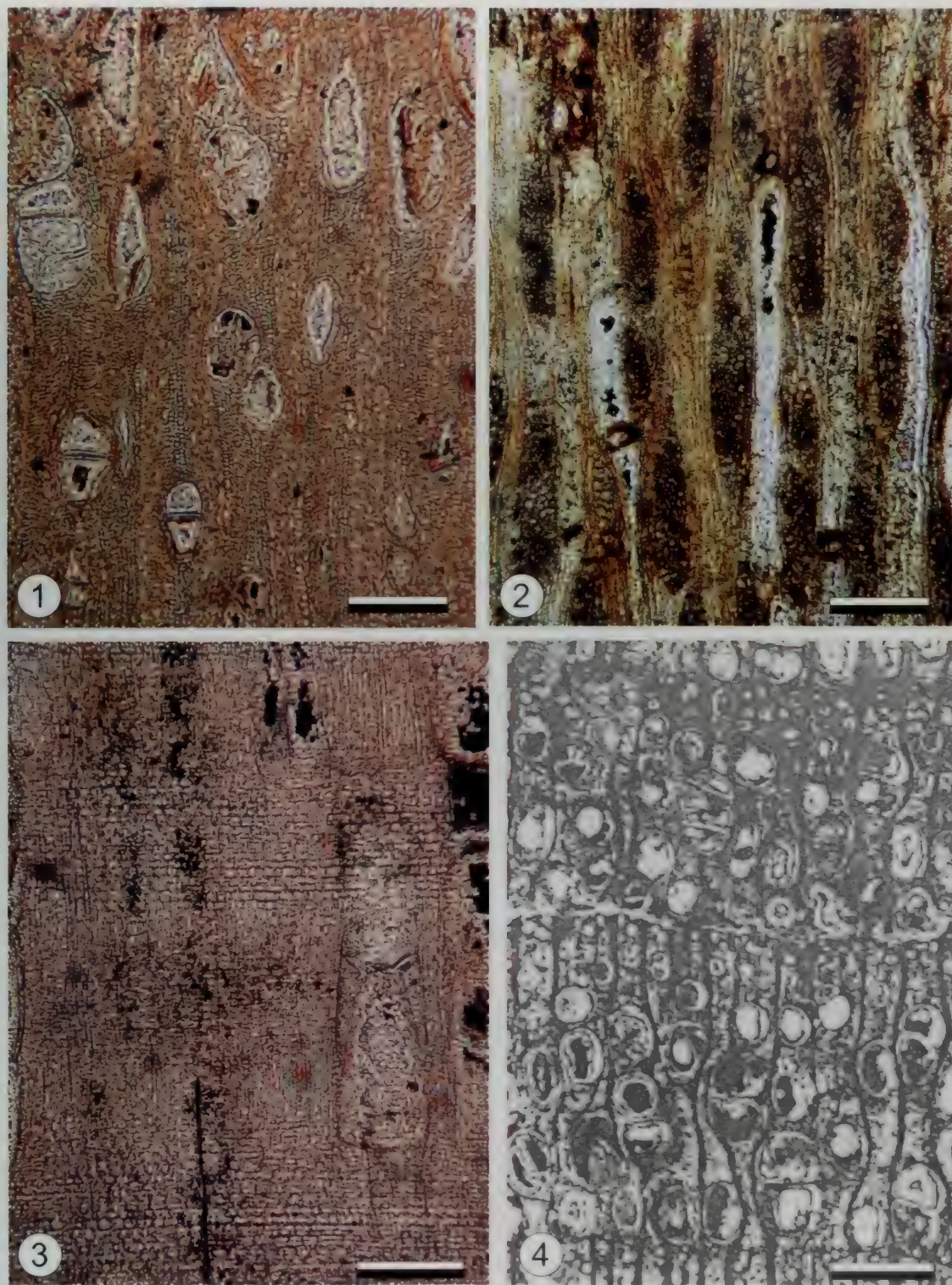
时代与分布：新生代；美洲、亚洲

武汉楸木 *Catalpa wuhanensis* Yang (图版7-51, 图1-3)

1993 *Catalpa wuhanensis* Yang, 杨家驹等, 页206~214, 图版I, 图1-9; 图版II, 图1

2005 *Catalpa wuhanensis* J. J. Yang, 齐国凡等, 页42, 图版I-8, 1-9

特征：生长轮明显，轮宽约2 mm，宽度略均匀。环孔材。早材导管横切面为卵圆或圆形，壁薄，最大直径228 μm，多数180~252 μm；多数侵填体丰富，壁薄。晚材带因为被挤压，大部分已变形不可辨认。管胞管孔可见，髓纹呈角形加厚。有的可见螺旋加厚。单穿孔，穿孔板平行。管间纹孔式互列，

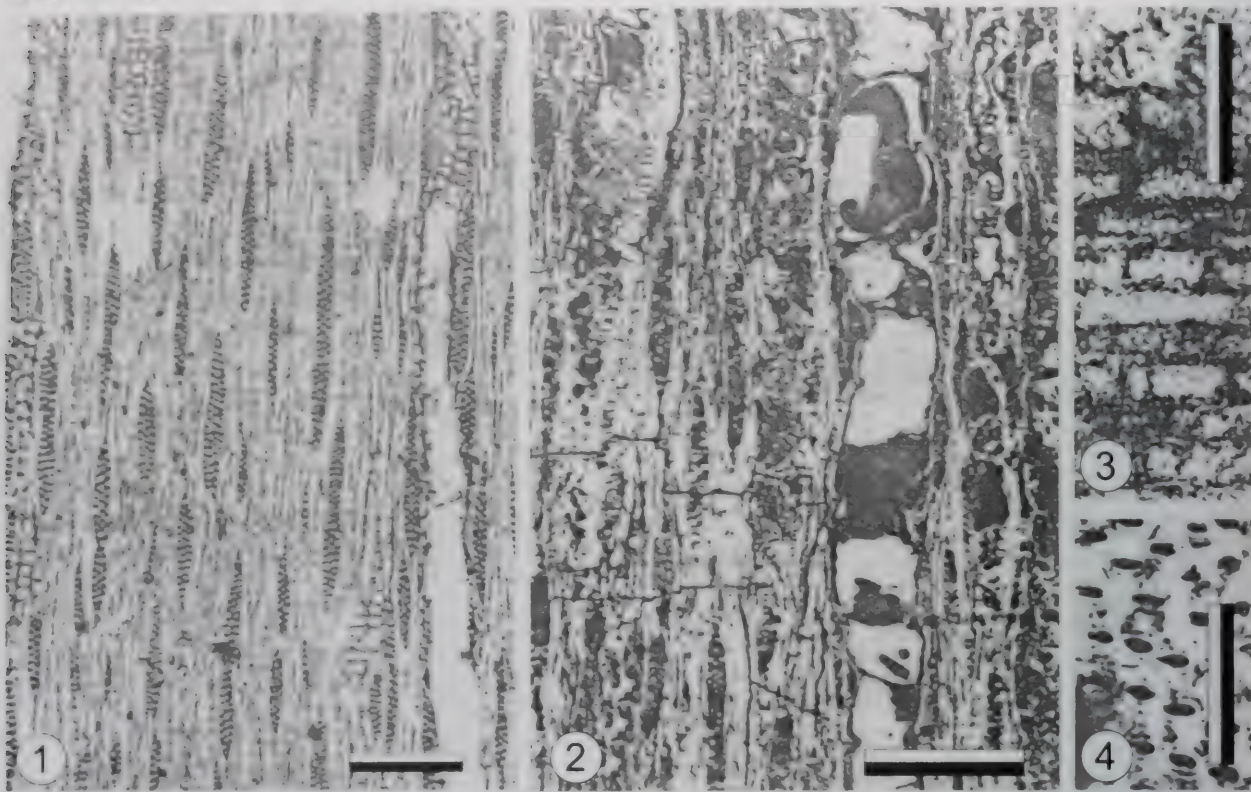
图版7-49 湖北石梓 *Gmelina hubeiensis*

湖北石梓 *Gmelina hubeiensis*

1 横切面，示生长轮略明显，标尺400 μm；2 弦切面，示多列射线，标尺400 μm；3 径切面，示射线异型，标尺200 μm

曼德来白蜡树 *Fraxinoxylon mandshuricum* (引自Prakash, Du and Tripathi, 1995)

4 横切面，示生长轮明显，环孔材，标尺300 μm

图版7-50 曼德宋白蜡树 *Fraxinoylon mandshuricum* (引自Prakash, Du and Tripathi, 1995)

1 弦切面，示单列和多列射线，标尺300 μm ；2 弦切面，示轴向木薄壁组织细胞，标尺300 μm ；3 径切面，示射线异型，标尺600 μm ；4 径切面，示管壁纹孔互列，标尺800 μm

圆形及卵圆形，具多角形轮廓，长径7~11 μm 。纹孔口内涵，圆形。与射线及轴向薄壁组织间纹孔式类似管间纹孔式，少数大圆形及刻痕状。轴向薄壁组织环管束状，薄壁组织串由3~7个细胞组成。薄壁细胞端壁平滑，间或有节状加厚，具分室含晶细胞，可连续至6个以上。木纤维胞壁薄及甚薄，纹孔具狭缘，数多。分隔木纤维偶见。木射线非叠生，4~6根/mm。射线组织异形Ⅱ型、同形单列及多列。单列射线甚少，高2~5个细胞。多列射线宽2~5（多数3~4）个细胞，高10~60个细胞或更多。晶体未见。端壁及水平壁纹孔数多，明显。胞间道未见。

产出与层位：武汉新洲；新近纪。

猫尾木属 *Dolichandrone* (Fenzl) Seem.

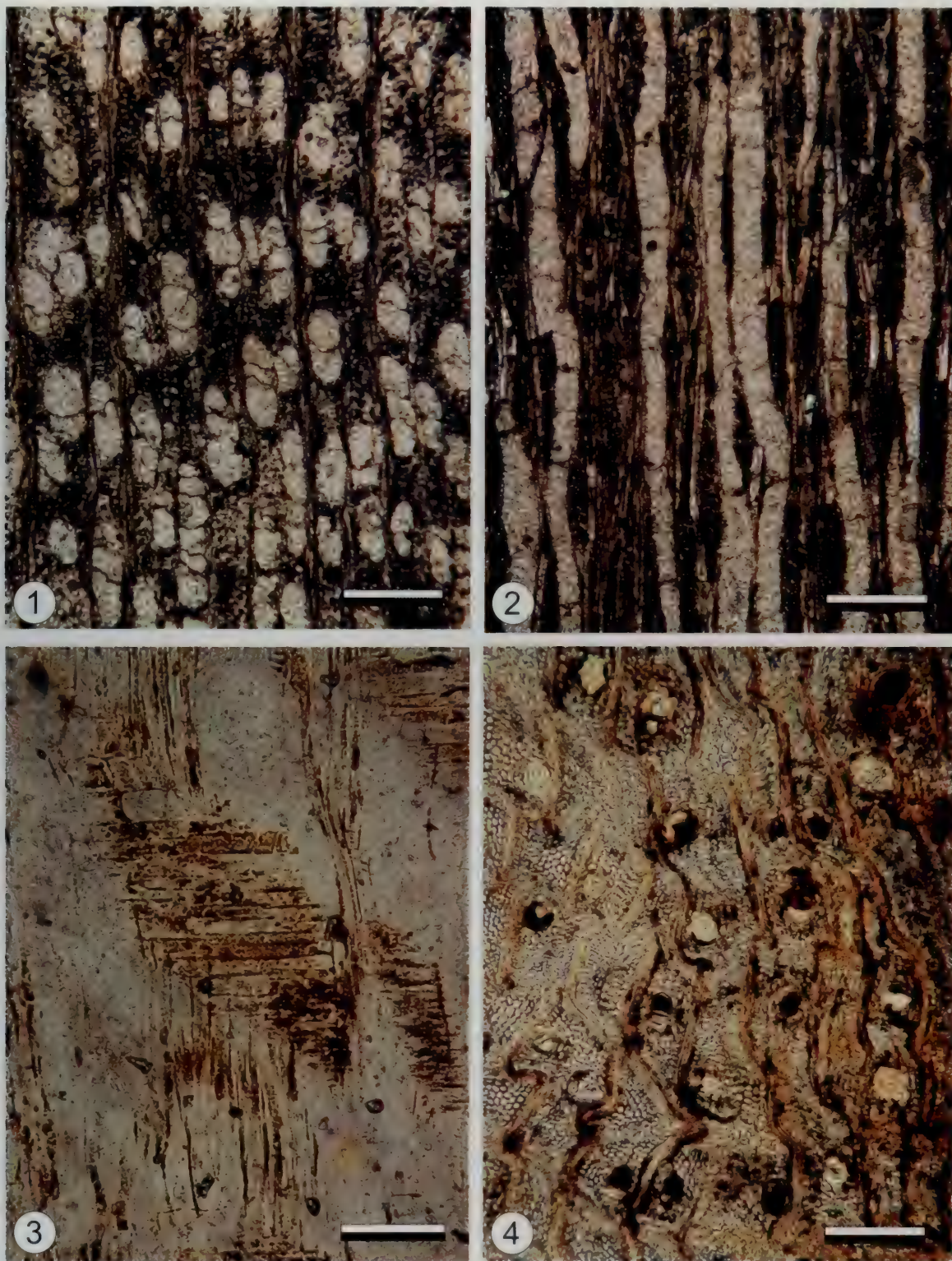
时代与分布：新生代；非洲和亚洲。

武汉猫尾木 *Dolichandrone wuhanensis* J. J. Yang (图版7-51, 图4; 图版7-52, 图1-2)

1997b *Elaeocarpus wuhanensis*, 齐国凡, 杨家驹, 徐瑞瑚, 页149-160, 图版I, 图7-9; 图版II, 图1-3.

2005 *Dolichandrone wuhanensis*, 齐国凡等, 页44, 图版I-16, 1-17

特征：生长轮略明显，轮间介以浅色细线，轮宽约4 mm。散孔材。导管横切面主为圆形及卵圆形；壁厚(3.1~3.5 μm)；单管孔及少数同径列复管孔(2~4个)；散生，12~17个/ mm^2 ；分布略均匀；大小颇均；最大弦向直径105 μm ，多数70~85 μm ；侵填体及螺纹加厚未见。单穿孔，圆形及卵圆形，穿孔板有波状增厚。管间纹孔式互列，圆形，具多角形轮廓，直径4.4~5.9 μm ；纹孔口内涵，圆形及透镜形。轴向薄壁组织及轴向薄壁组织间纹孔式均可见，为类似管间纹孔式。轴向薄壁组织量多，聚翼状，

图版7-51 武汉楸木 *Catalpa wuhanensis*

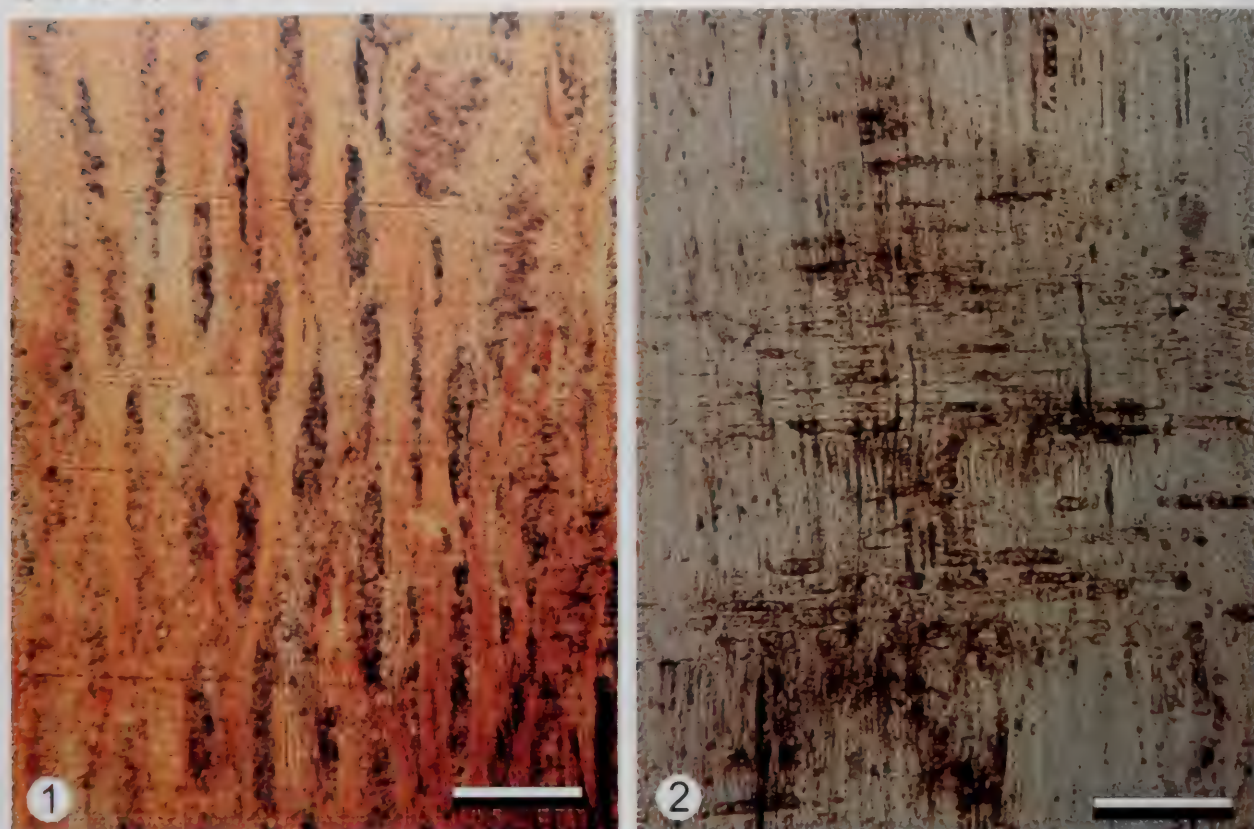
武汉楸木 *Catalpa wuhanensis*

1 横切面，示短径列复管孔，标尺400 μm ；2 弦切面，示单列和多列射线，标尺400 μm ；3 径切面，示射线异型，标尺200 μm

武汉猫尾木 *Dolichandrone wuhanensis*

4 横切面，示生长轮略明显，单管孔，轴向木薄壁组织，标尺400 μm

图版 7.52 武汉猫尾木 *Dolichandrone wuhanensis*



1 弦切面，示单列和多列射线，标尺400 μm ；2 径切面，示射线异型，标尺200 μm 。

翼状、环管束状及轮界状。薄壁细胞端壁无节状加厚；树胶及晶体未见。木纤维胞壁厚及薄，具缘纹孔明显。分隔木纤维可见。木射线非叠生，6~9根/mm。射线组织为异形Ⅲ型及同形单列及多列；单列射线甚少，高1~13细胞。多列射线宽2~5，多数4~5细胞；高10~48，多数15~30细胞。射线细胞圆形，边缘方形或横卧细胞，细胞比中间部分细胞高；含树胶，具菱形晶体。胞间道未见。

产地及层位：武汉新州；新近纪。

7.4 古木

7.4.1 松科 Pinaceae

油杉属 *Keteleeria* Carr.

模式种：*Keteleeria fortunei* (Murr.) Carr.

属征：生长轮甚明显。管胞径壁具缘纹孔1~2列，极少3列，圆形及卵圆形；眉条长。最后数列管胞弦壁上具缘纹孔明显。轴向薄壁组织量少；星散状，多分布于晚材带。薄壁细胞端壁节状加厚明显。木射线通常单列，间或2列或成对；高1~45细胞或以上；通常含有深色树脂。全由薄壁细胞组成；水平壁薄。纹孔数少，不明显；端壁节状加厚明显或不明显；凹痕可见。交叉场纹孔式为杉木型，1~5（通常2~3个，1~3（通常1~2）横列。具轴向树脂道；泌脂细胞壁厚。径向树脂道未见。

时代与分布：新生代；亚洲。

油杉属(未定种) *Keteleeria* sp. (图版7-53, 图1-3)

2003 *Keteleeria* sp., 杨家驹等, 页173~176, 图1~6

2005 *Keteleeria* sp., 齐国凡等, 页106, 图版II-2

特征: 生长轮明显, 早材管胞横切面为近方形、矩形或不规则的多边形, 排列欠整齐; 管胞最大弦径58 μm , 多数36~40 μm ; 径壁具缘纹孔1~2列(2列常见), 圆形及椭圆形, 直径17~22 μm ; 眉条粗长, 明显, 早材轴向管胞与木射线相交的交叉场纹孔呈现杉木型; 晚材管胞横切面为矩形及多边形; 径壁具缘纹孔1列, 圆形; 最后数列弦壁上具缘纹孔数多, 明显; 螺旋加厚未见。轴向薄壁组织略多, 呈散聚合状或呈散状, 多分布于晚材带; 薄壁细胞端壁节状加厚明显, 3~4个; 通常含有深色树脂。木射线3~5根/mm; 通常单列, 2列及成对者可见, 高1~24个细胞或以上, 多数高7~12个细胞。射线全由薄壁细胞组成; 弦切面上细胞主为长椭圆及椭圆形; 径切面上水平壁薄纹孔数少, 略明显; 端壁节状加厚明显或可见, 2~3个; 凹痕明显或可见。射线薄壁细胞与早材管胞交叉场纹孔1~4个, 多数2个; 横列。轴向树脂道单独或2~3个弦列, 分布于生长轮开始处或晚材带, 0~2(间或3)个。

产地与层位: 武汉汉口, 第四纪全新世早期, 同位素 C^{14} 年龄测定, 距今约9,300年。

7.4.2 杉科 Taxodiaceae**水杉属 *Metasequoia* Miki ex Hu et Cheng, 1948**

模式种: *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng, 1948

属征: 生长轮明显, 晚材带狭; 早材至晚材略急变至急变。早材管胞径壁具缘纹孔1~2列, 稀3列, 极少数3~4列, 无螺旋加厚。木射线单列, 稀成对或部分2列; 射线薄壁细胞水平壁纹孔数少, 端壁无节状加厚; 凹痕明显。交叉场纹杉木型, 极少数柏木型, 1~5个(通常2~3个); 无射线管胞。轴向薄壁组织少至多, 端壁节状加厚明显。树脂道未见。

时代与分布: 白垩纪、新生代至现代。

水杉 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng (图版7-53, 图4; 图版7-54, 图1-2)

1993 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng, 齐国凡等, 页722~726, 图版I, 图1~5

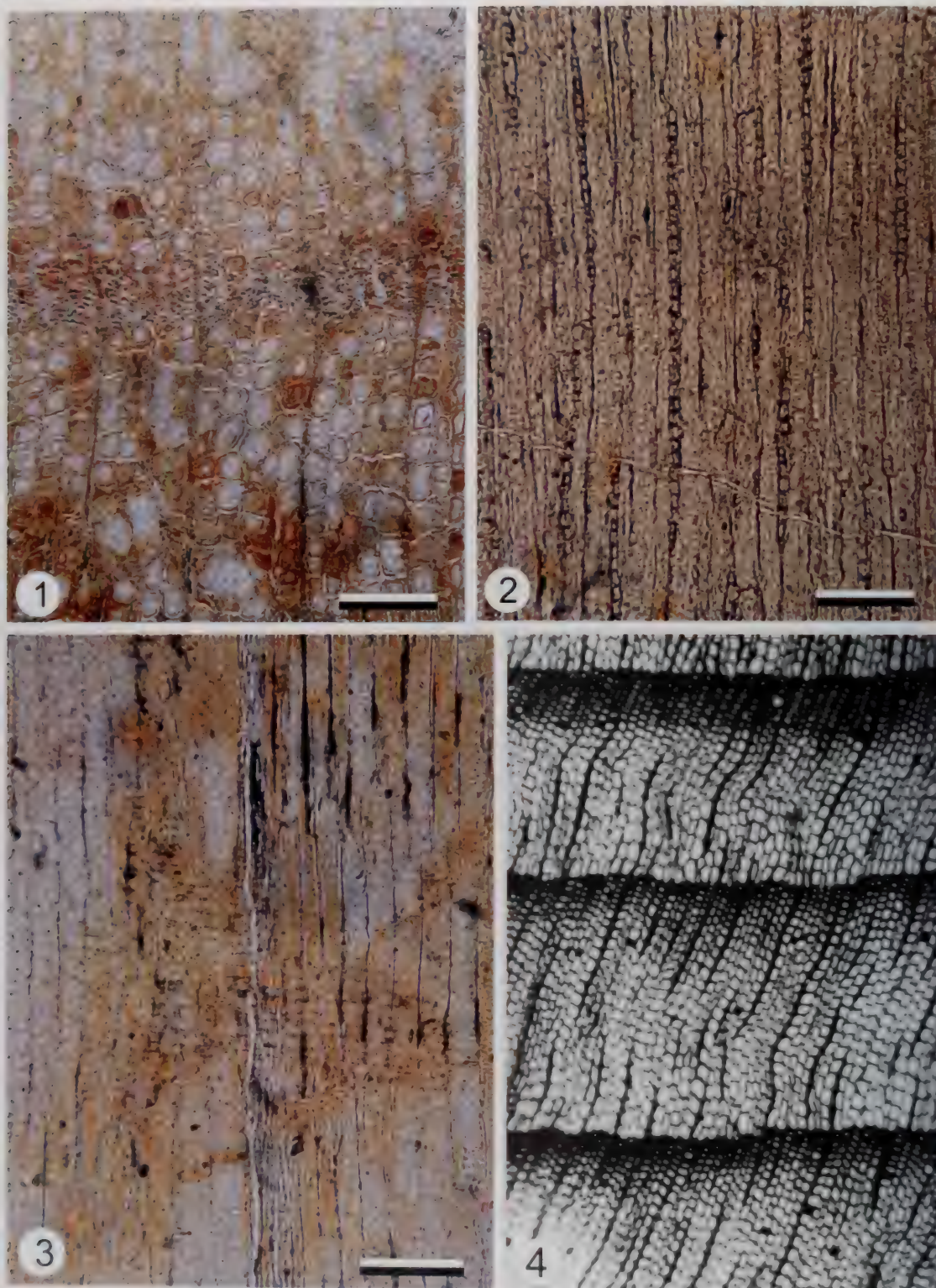
2004 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng, 杨建明等, 页124~131, 图版II—III

2005 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng, 齐国凡等, 页105, 图版I-1

特征: 生长轮窄而明显, 早材管胞横切面为直立长方形、四边形及不规则的多边形。最大弦向直径54 μm , 多数25~36 μm , 螺旋加厚未见。径壁具缘纹孔1~2列, 圆形及卵圆形, 直径19~21 μm , 眉条长, 明显。晚材管胞横切面为横卧长方形及多边形, 具缘纹孔1列, 圆形, 直径8~9 μm 。全部晚材壁上具缘纹孔, 数多、明显。轴向薄壁组织量少, 呈散状, 薄壁细胞端壁节状加厚略明显或不明显; 含深色树脂。木射线5~8根/mm, 通常单列, 稀2列或成对, 高2~38个细胞或以上, 多数高16~23个细胞; 射线全由薄壁细胞组成, 呈现圆形及卵圆形; 水平薄壁, 纹孔少, 不明显; 端壁节状加厚未见; 四隅凹痕明显。射线薄壁细胞与早材管胞交叉场纹孔为杉木型, 1~3个, 多数2~3个, 横列。树脂道未见。

产地与层位: 武汉汉口, 第四纪晚更新世晚期, 经同位素 C^{14} 年龄测定, 距今约11280年; 湖北利川。

图版T-55 油杉属（未定种）*Keteleeria* sp.



油杉属（未定种）*Keteleeria* sp.

1 横切面，生长轮明显，标尺400 μ m；2 弦切面，示射线高度，标尺400 μ m；3 径切面，示射线形态，标尺400 μ m；

4 油杉属（未定种）*Keteleeria* sp.

4 径切面，示射线细胞及轴向薄壁细胞， $\times 25$

图版7-54 水杉 *Metasequoia glyptostroboides*



1 弦切面，示射线高度及轴向薄壁细胞端壁平滑， $\times 100$ ；2 径切面，示交叉场纹孔杉木型， $\times 350$

第八章 地史时期木化石构造的演化

(郑少林、张武、傅晓平、杨小菊)

在地球生命科学的编年史中,裸子植物和被子植物的出现只是晚古生代以来的事。为了对这些植物类群的起源、演化有一个系统而全面的了解,在本章中,将从地质历史时期主要植物类群的演化和木化石解剖构造的演化趋势两个方面加以论述

8.1 地史时期主要植物类群的演化

根据可靠的科学考证,地球大约形成于距今4500个百万年左右(插图8.1)。正是由于地球表面上有了绿色的植被,才使得人类生息的环境变得生机盎然。人们往往误以为这些绿色的植被是从来就有的,殊不知在地史的大部分时间里,地表竟是一片荒凉。在真正的陆生植物出现之前,还经历了一个漫长的从原始生命出现到真核生物、菌藻类及多细胞藻类的衍生和大发展阶段之后,大约在距今440个百万年左右,才有了真正的陆生维管植物出现。维管植物发展的早期,以裸蕨类(*Psilophyton*)为主;中期,以石松类,如石松属(*Lycopodium*)、鳞木属(*Lepidodendron*)、芦木属(*Calamites*)、木贼属(*Equisetum*)为主;晚期,以真蕨纲植物:如,辉木属(*Psaronius*)、种子蕨类:如,髓木属(*Medullosa*)和科达属(*Cordaites*)等为主。裸子植物自石炭纪以后,特别是中生代期间得到空前的发展,它们以苏铁类、本内苏铁类、银杏类及松柏类,可能还有买麻藤类为代表。被子植物,迄今仅知最早出现于早白垩世早期,或许也可能更早些,如晚侏罗世(孙革等,2001)。

8.2 地史时期木化石解剖构造的演化趋势

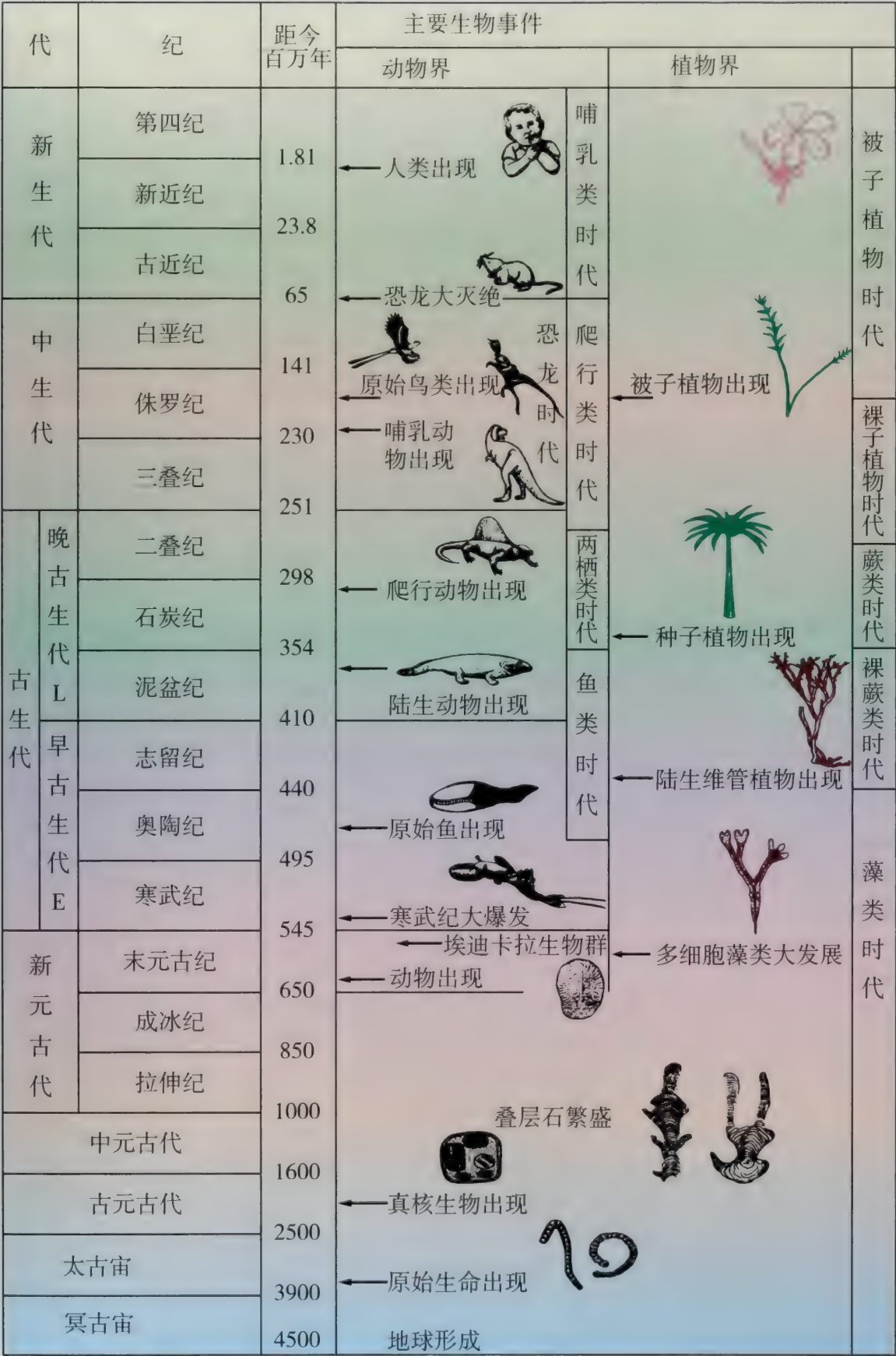
植物的进化是由植物各部器官构造的演化为前导的,这是一个非常复杂而有意义的研究课题,它几乎涉及到植物学的所有分支学科。高等植物的各个组织和器官已经有了高度的分化和发展。除了次生性的水生类型植物外,大部分高等植物的进化是沿着对陆地生活条件的适应途径进行的。对陆地条件的适应,通常反映在植物体形成有吸收能力和起固着作用的根上,以及用作对植物体的支撑和起输导作用的茎部组织的日趋完善,以及具有进行光合作用和同化作用的叶子等(周崑和姜笑梅,1994)。

木材系统发育解剖的研究是从 Bailey and Tupper (1918) 开始的。他们从科达类、本内苏铁类、银杏类、松柏类和被子植物木材管状细胞长度的变化开始测量,由此,已明显地显示出木材特化的一个重要趋势和木材系统发育解剖的新阶段,即在木材特化增强时,管状细胞和形成层原始细胞的长度减短。其进化趋势还表明,由不具导管的长管胞,经过具有较长的梯状穿孔和具有纹孔的导管分子和纤维管胞的木材,向具有短的、单穿孔的、互列纹孔导管分子的以及韧型纤维的方向过渡。这些演化趋势已被许多研究者认可,并结合薄壁组织的分布和射线组织学的一般趋势作进一步阐述。本文将仅就裸子植物化石木材在一般生物显微镜下所显示的构造特征的演化问题作简要讨论。

8.2.1 在松柏类木材中,管胞径向壁纹孔式的分类及其演化趋势

在裸子植物类群的木材中,尤其是松柏类木材中(主要指次生木质部的早材),管胞径向壁上纹孔式是鉴别属一级分类的重要依据。早在1923年 Eckhold 就把现代的和化石的松柏类木材管胞径向壁上的纹孔式,归纳为三大类,并以此对从前很多木材的属一级的分类单位进行了修订。

插图8.1 生物演化示意图（据孙革等，2001）



第一大类：被称为南洋杉式（araucarioid），它以现代的 *Araucaria* 和化石的 *Araucarioxylon* 属为代表。它们由列至多列的、多角形的、互相接触或紧挤的、互生的具缘纹孔组成。这种类型的纹孔式，被认为是最古老的类型。它在晚古生代和二叠纪的科达类及松柏类的木材中占绝对优势（参见 Eckhold, 1923, 428页，图2-3）。

第二大类：被称为冷杉式（abietoid），或现代型纹孔式。它以现代的 *Abies* 属为代表。它是由单列的、圆形分离的、或双列对生的具缘纹孔组成。这类纹孔式，被认为是一种最为进化的类型。它从侏罗纪或更早一些开始出现，向新生代和现代发展并逐渐成为占优势的类型。仅有 *Araucaria* 和 *Agathis* 两个属的南洋杉式纹孔式，一直被保持到现在。

第三大类：被称为过渡类型的纹孔式，有些作者称其为混合型纹孔式。实际上这两种称呼都是指南洋杉式和冷杉式纹孔式的相互过渡或互相混合出现的意思。而这种纹孔式是相当复杂和多样的。其中包括单列的、互相接触或被压扁的，如像在 *Xenoxylon* 属的那种；两列分离圆形互生的；有一些是3-5成群的。在对木材进行分类时，有些作者不再将它们细分，统称为混合式或过渡式，但也有些作者又将它们细分为南洋杉式和冷杉式的双重联合的或成群的与其它类型联合的类型（如 Pant and Singh, 1987）。Eckhold (1923) 还指出，这种纹孔式，主要被发现于中生代的侏罗-白垩纪期间，也正好是处于古生代向新生代的过渡期间。

在分类命名时，除了冷杉式的纹孔式以外，凡是采用现代属植物属名者均应在新属名前加上“proto-”的词头，以示其原始性。还应说明的是，当有条件对纹孔的纹孔膜和纹孔塞进行超微构造的研究时，会对纹孔构造的演化趋势做出更加精确的估定（周崑和姜笑梅，1994）。

除以上三类纹孔式以外，还有一种梯状纹孔式。这是指有些长形或线形的纹孔排列成梯状层次。它们经常出现在双子叶植物木材的古老的科、属中，如木兰科等。它们在裸子植物中仅出现于苏铁类的某些科、属中，或已灭绝的本内苏铁类中，而在其它类群中相当少见。

另外在木材解剖中，还常常会看到一些管胞胞壁上出现各种雕纹（Wall sculpturing），如梯纹、网纹和螺纹加厚。前两种加厚，通常在初生木质部中，次生壁常以环纹、螺纹、网纹、梯纹加厚出现在管状分子中，一般在裸子植物的次生木质部中缺乏。螺纹加厚是次生壁内表面的螺纹状凸起，是次生壁的一部分，也是胞壁的一种重要雕纹。它常固定的出现在一些裸子植物木材的轴向管胞和射线管胞胞腔的内表面上，也部分地或全部地呈现在管胞腔表面，从细胞腔观察，螺纹的方向可以是S型或Z型方向，但以S型较为多见。它们是次生壁内层（S₁）上微纤丝隆起的部分（周崑和姜笑梅，1994）。这种螺纹加厚具有鉴定意义，它们经常出现在某些亚热带和温带分布的松柏类的树种中。目前，对螺纹加厚的类型已有三种设想：其一，是分为分枝的、不分枝的和旋涡状的（swirled）；其二是基于螺纹的缠绕方向和角度，分为S型和Z型，以及二者同时存在。第三是根据加厚的明显程度，细微的、轻度的、明显突出的和密集而突出的。另外还有一种成对排列并分别排列于管胞径向壁纹孔上、下部。在古生代的木材中，我们还看到有较宽的板状螺纹，如匈牙利二叠纪的 *Platyspiroxylon* (Greguss, 1961) 以及印度二叠纪的带有两组交叉的宽螺纹的 *Araucarioxylon*, *Parapalaespiroxylon* (Pant and Singh, 1987) 等。而中国内蒙古晚石炭世 *Simopalaespiroxylon* 和早二叠世的 *Sclerospiroxylon* 等，它们的螺纹加厚一般显示细微的、单向的、顺时针的和缠绕角度很小的特征。在中生代的 *Taxoxylon* 和现代的 *Taxus* 属中，一般都是较为简单的很细的螺纹加厚。从螺纹加厚演化的总趋势来看，宽而且复杂的螺纹加厚是比较原始的，规则而较细的螺纹加厚是较进化的。

8.2.2 木射线的演化趋势

裸子植物木材的木射线，在进化过程中，有两个主要特征是十分明显的，即射线薄壁细胞在各个方向上纹孔的发育情况；木射线的组成，是由射线薄壁组织组成的，或射线管胞同时出现（周崑和姜笑梅，1994）。Takhtajan (1956) 指出，松柏目的木射线与科达目相比是较进化的类型。在古老的科达目木材中，纹孔仅存在于射线薄壁加厚与其相邻接的轴向管胞的径向壁上，即每一个射线薄壁细胞仅与

其相连接的管胞沟通。而射线细胞本身的液体在其内部并不沟通。松杉目射线薄壁细胞的演化初期表现为,与其相邻管胞径向壁上纹孔数目的减少,射线依靠新的细胞增生来增大射线的高度。再进一步的演化特征是在木射线薄壁细胞的水平壁和端壁上有纹孔出现。射线之间的水分和营养物质可以通过这些纹孔进行沟通,而在科达目中则无法沟通。Yatsenko-Khmelevsky (1954) 认为,射线薄壁细胞在进化过程中,最主要的进化标志是射线细胞的水平壁(横壁)、端壁(切向壁或弦向壁)和径向壁上纹孔的出现。因此,那些射线细胞壁光滑无孔的类型要比在细胞各个方向的壁上具纹孔的类型原始。在古生代的 *Araucarioxylon* 中,射线比较发育,在弦切面上射线细胞的宽度可以达到1—5列 (Lepekhina, 1972),但在现代 *Araucaria* 中,则以一列为主,或偶尔出现局部双列 (周崑和姜笑梅, 1994)。这表明在密木型的木材中,木射线的进化趋势由多到少。所以,射线宽的应比射线窄的原始。根据这种演化特征,可以把 *Araucarioxylon* 属的定义限定为射线单列或仅局部双列,而将全部双列或两列以上的木材归入 *Protoarucarioxylon* 属 (郑少林, 2000)。但是,这个演化趋势在疏木型的木材中是不适用的。如在苏铁类中,射线非常发育,有些属种射线最宽的可达10列,如在本文的 *Scalaroxylon* 属中。

8.2.3 交叉场纹孔的主要类型及其演化趋势

交叉场纹孔或交叉场纹孔式是指在木材的径切面上,在射线薄壁细胞胞壁与轴向管胞胞壁相交接的长方形或矩形区域内的纹孔而言。交叉场内的纹孔是由一个射线薄壁细胞壁的单纹孔和管胞壁的一个具缘纹孔组成。此类纹孔的大小、数目、形状及类型等特征对于木材的鉴定是非常重要的。

Phillips (1948) 根据在光学显微镜下,对裸子植物木材解剖特征的研究,提出交叉场纹孔的5种基本类型,经过国际木材解剖学家协会名词委员会修订 (IAWA, 1964, 1989, 2004),一直沿用至今。它对化石木材解剖也是完全适用的。这5种类型是:窗格型、松木型、云杉型、杉木型和柏木型。后来又有些学者提出南洋杉型、罗汉松型和陆均松型。有人认为前两种类型实际上就是柏木型。周崑和姜笑梅 (1994, 52页,图2.11) 又提出一种亚杉木型。从交叉场纹孔的演化趋势看似是南洋杉型较为原始,纹孔数目多,一般2~12个,有时可达20个以上;通常排列成2~3个横行,有时达5行以上,最高可达9个横列以上。但它的单个纹孔接近于柏木型。而交叉场纹孔不具缘的、简单的而且数目多的较为原始。如果在超微构造下纹孔膜不具瘤状层的可能也较为原始 (周崑和姜笑梅, 1994)。

8.2.4 木薄壁组织及其演化趋势

裸子植物在演化过程中一个重要特征是轴向木薄壁组织的有无、丰富程度及其分布类型。裸子植物密木型木材与大多数被子植物木材不同,木材中薄壁组织较少或完全缺乏 (周崑和姜笑梅, 1994)。有些研究者在早年的研究论文的文献中 (Jeffrey, 1985; Lepekhina and Yatsenko-Khmelevsky, 1966) 根据对部分地区木材的研究,认为较古老的和古生代植物群落迄今尚未发现有薄壁组织或贮存分子出现 (除去木射线外),甚至在中生代早期三叠纪的美国木材中均没有看到薄壁组织分子。直到中生代侏罗纪,由 Gothan 和 Holden 首次在北欧侏罗纪树木中,在生长轮的末端看到有木薄壁组织 (Jeffrey, 1985),并认为木薄壁组织的出现是由于气候的进化,每年出现有冷热时期的互相交替,也就是初次出现生长轮时才发现有明显的木薄壁组织,成为次生木质部组织的一种特征。也就是说,由于气候变冷,必须在木材中形成有用作贮存营养物质或其它维持植物生活的物质的贮存场所。在生长期能够制造营养物质,天气变冷期间能够贮存,当天气变暖时将所贮存的物质用作植物恢复生长,这可能就是出现木薄壁组织的原因 (参见周崑和姜笑梅, 1994, 158页)。但根据近年来的研究和本文作者们的研究,发现在很多的晚古生代的木材中,出现不少含有轴向木薄壁组织的木材。例如,在阿拉伯半岛上,二叠纪的 *Prototaxoxylon gharifense* (Berthelin et al., 2004)、中国辽西早二叠世的 *Platyspiroxylon*, *Damudoxylon*, *Sinopalaeospiroxylon* 等。它们都是生长在晚古生代热带、亚热带气候条件下的植物,次生木质部的生长轮缺乏或不明显。所以它们的出现并不是与木材的生长轮同时发生的。Berthelin 等 (2004) 指出,在 *Prototaxoxylon gharifense* 中有丰富的垂向木薄壁组织显示球形至长方形细胞,它们有时同木射线联合,这种排列方式可能与形成

层的结构有关。受内部生长的（需要增加贮藏）或外部生长的气候因素，有些形成层的纺锤形细胞可以变成垂向薄壁组织。正是由于形成层的这种可塑性，使分生组织能够对环境条件加以适应。这表明，在裸子植物中以不具有木薄壁组织的木材为最原始，逐渐向轮界状、星散状、星散聚合状或连成短弦线并散布在整个生长轮的方向演化（周崑和姜笑梅，1994）。

8.2.5 初生木质部的类型和演化趋势

在裸子植物的木材中当有髓部被保存时，往往会有初生木质部保存。初生木质部的类型基本上可区分为三种类型，即外始式、中始式和内始式。前两种类型一般在古生代的科达类中较为常见。而中生代的木材则以内始式为主。所以外始式和中始式的初生木质部要比内始式的原始。

8.2.6 转输组织及转输细胞的类型及其演化趋势

转输组织和转输细胞主要出现于疏木型的苏铁类木材中。其中最为简单的是一种单个分离的、具有厚壁的薄壁组织细胞，在细胞的各个方向的壁上均具有圆形的、大小不一的具缘的纹孔或网纹或梯状的纹孔。但是这些单个的、分散的转输细胞可以彼此联合成各种不同的形态，构成转输组织。这些转输组织还可以逐渐转化为管胞，进而成为木质部的成分，也可以进入叶柄，成为维管束（Greguss, 1968, 1969）。在晚古生代和早中生代的苏铁类木材中有的具有发育不够完善的转输细胞或转输组织。而现代的苏铁类中是相当发育的。所以它们的演化趋势是由简单到复杂，由少到多的发展过程。简单的较为原始，复杂的较为进化。

另外，在裸子植物次生木质部构造特征进化途径，还可以参见周崑和姜笑梅（1994，162~163页）所总结的12条进化规律。他们虽然是对现代裸子植物木材而言的，但对化石木材也是适用的。

8.2.7 被子植物木材中导管分子的起源和演化趋势

现代植物解剖学的研究，通过联合法（association method）、相关法（correlation method），以及连续法（sequence method）证实，导管分子起源于具有梯状纹孔式的管胞（Frost, 1930a,b, 1931）。所以，关于管状分子，人们假定管胞比导管分子原始，最原始的导管分子与管胞最相似。梯状纹孔式的典型管胞，似乎仅存在于那些没有导管的双子叶植物中，如金粟兰科（Chloranthaceae）、林仙科（Winteraceae）、水青树科（Tetracentraceae），以及昆兰树科（Trachodendraceae）等的一些属中。但是，在含有导管的被子植物的次生木质部，并非完全没有这种具梯状纹孔式的管胞（Bailey, 1944）。在各种原始双子叶植物的某些科中，有些树木和大的灌木，次生木质部的导管分子，它们的大小、在横切面中的棱角、纹孔式，以及与具有梯状纹孔式的管胞相对较薄的次生壁等方面是相似的。具有梯状纹孔式的管胞是非常重要的，因为不仅导管分子起源于这种管胞，而且具有圆形具缘纹孔式的管胞也是起源于这种管胞的。甚至纤维管胞和韧型纤维也是间接地起源于这种管胞（Tippo, 1946; Bailey, 1936）。在被子植物中，完全或几乎完全具有梯状纹孔式的原始管胞，这与在系统发育成导管分子或具有较进化形式的纹孔的管胞有关。

研究的结果表明，被子植物管状分子的以下结构特征是用来判别它们进化程度的基础：1）分子的长度：比较短的导管分子比长的进化；2）分子的直径：管胞的直径比导管的直径小；3）壁的厚度：典型管胞壁的厚度是薄的，均一的，这种特性在原始的导管分子中也可见及；4）穿孔板：梯状纹孔板是长的、斜的和穿孔多的，是最原始的，而单独、水平的穿孔板是最进化的；5）在横切面中分子的形态：管胞和原始的导管分子是具有棱角的，是原始的，而呈圆形的是进化的；6）纹孔式的类型：在双子叶植物中，梯状纹孔式被认为是原始的。从梯状纹孔式产生的纹孔，它的结构和排列，经过梯状纹孔与圆形或椭圆形纹孔之间产生的中间形式，到具有圆形或椭圆形的纹孔形式。这种纹孔排列成进化的纹孔式，即对列的纹孔式。要让圆形的或椭圆形的纹孔多少沿螺旋线排列成互生的纹孔式原始（Fahn, 1982；见吴树明、葛盛仪译，1990，111页）。

第九章 中国木化石与古地理和古气候

(郑少林、王永栋、杨小菊、袁铁梅)

在地球的生命演化史中,木化石代表古植被的一个组成部分,扮演着重要角色。自晚古生代以来,裸子植物开始代替兴盛一时的孢子植物(或蕨类植物)成为全球植被中的优势类群。直至中生代后期及其以后才逐渐将它们的优势让位给被子植物(参见插图8.1)。这些植物曾以不同时代的地壳为载体,随着板块构造运动在不同的纬度上漂移,时而分开时而汇聚。所以它们可以作为大陆漂移的证据之一,同时也为不同地质时期植物地理区系的划分以及古生态和古气候的推断提供不可缺少的依据(Ziegler et al., 1979, 1994; Ziegler, 1981; Hallam, 1994; Spicer et al., 1994; 张善贞、何元良, 1985; 殷鸿福等, 1988; 李星学等, 1995)。

在木材的结构、构造,甚至各种组织的细胞中,都蕴藏着许多当时栖息地的气候信息。化石木材潜在地记载着在它们生长过程中所经历的某些古环境状况。通过识别化石木材内部的发育特征,以及生长轮的存在与否,找出显示古环境的因子,进而推断古气候的方法已得到广泛的应用(Chaloner and Creber, 1973; Creber and Chaloner, 1984; Francis, 1984, 1986; Francis et al., 1993; Brison et al., 2001; Falcon-Lang, 2005; 丁秋红等, 2004)。

现代的古代的植物通常有两种类型的树干:疏木型和密木型(Seward, 1917)。前者是指苏铁类和木内苏铁类等植物。这种类型的树干,其主要特征是,木材具有一个大的髓部和很厚的韧皮部,以及皮层,薄壁组织很丰富。后者的木材是以次生木质部的强烈发育为特征。它们是以科达类、银杏类、松柏类,以及木本双子叶被子植物为代表(Lepekhina, 1972)。

在化石木材的研究中,准确地区分密木型和疏木型木材的特征,不仅可以确保分类的可靠性,有助于对植物亲缘关系的分析,而且能够对它们在生存期间的古环境和古气候进行更合理的推断。从古至今,植物的生长和分布,同气候带是密切相关的。它们直接依赖于形态—生理对不同气候环境的适应能力,才能生存和繁衍。密木型的树木对低温是最有适应能力的一种木材类型,包括零度以下的温度。在古生代期间,产自北温带安加拉区和南温带冈瓦纳区的裸子植物木材基本上是以密木型为主,疏木型的木材十分罕见。但在热带和亚热带的华夏区和欧美区(或美华区),与密木型木材一道,有丰富的疏木型木材存在。这可能与疏木型木材更适应温暖潮湿的气候环境有关。密木型木材的另一个重要特征是次生木质部的生长轮存在与否。很多研究者认为,这个特征与气候有密切关系。早在1847年, Unger 已对古生代木材中的生长轮进行过报道。Gothan (1910)认为,在某些木材中,生长轮的不存在,可作为热带潮湿的、无季节性变化气候的证据。在木材中有生长轮的出现,是否受气候影响的问题也被一些研究者进行了评论。各家得出的共识是,在温带形成森林的树木,木材一般显示成带生长的构造,反映它们是生长在有季节性变化的气候条件下。树木生长在热带温暖、潮湿的环境下,尤其是热带雨林中,木材一般仅有不明显的生长轮,或在总体上没有可辨认的生长轮(Richards, 1979)。而在热带草原中的树木,常常显示或多或少清楚的生长轮。

木材形成的环境控制因素是一个非常复杂的问题。在某些因子的作用下可以引起木材生长的增量,如水分对根的供给、大气的适当温度、必须的矿物质营养、充分的阳光照射等等。在一个树干中,通过维管形成层的活动产生当年的木材生长增量,它受控于最初的生长物质(广义的植物荷尔蒙)是产生于年轻的叶中和树冠的嫩枝上。也就是说,在木材形成的过程中,环境的季节性特征所扮演的角色,对树干而言,只是一种间接的关系。气候的直接影响是发生在树冠上。因此,在木材化石中,所反映的气候信息远不如叶部化石那么明显。另外,在生长轮的形成中,还会有很多非气候因素(Chaloner and Creber,

1973), 这就要求我们在运用化石木材对古气候进行推断时, 必须充分考虑如何去伪存真, 使推断的结论更加符合实际。为此, 我们还必须尽可能的搜集和利用其它方面的资料, 如有机界(动、植物化石)和无机界(如敏感的气候沉积——珊瑚礁、煤、蒸发岩、冰水沉积物、地壳的构造运动、大洋的暖流和季风等)方面的资料进行综合分析, 从而得出更加符合客观的结论。例如, 在美国 Oklahoma 地区的晚石炭世发现 2 种科达类的木材 *Cordaites recentium* (Dawson) Penhallow (1900), *C. michiganensis* Arnold (1931) (实际上是 *Cordaioxylon* 属) 及一个 “*Dadoxylon*” *adaense* Wilson (1963)。其中, 仅第 1 个种的木材有清楚的生长轮, 而后两个种, 无生长轮显示。根据以往对古地理再造的研究表明, 该区在晚石炭世期间, 应属于气候均一的热带区, 木材中不应该有生长轮出现。后来, 经 Jensen (1982) 研究认为, 这是 Ouachita-Marathon 造山运动引起的。造山运动的活动引起该区局部地势抬高, 在这个构造变动中, 影响到降雨模式的改变。木材中有生长轮的出现, 是对变化了的生态环境的反映。表明在该区的局部地区, 曾一度出现过有季节性的气候环境存在。

以下, 我们将按着晚古生代、中生代及新生代的顺序, 对不同断代的气候进行分析。

9.1 晚古生代

我国的大多数研究者将全球的晚古生代的植物地理区划分为华夏区、欧美区、冈瓦纳区及安加拉区(李星学、姚兆奇, 1983; 李星学等, 1995; 吴秀元, 1995; 沈光隆, 1995)。华夏区和欧美区(有的学者将这两个区合称美华区)属于热带和亚热带气候区; 冈瓦纳区和安加拉区则分别代表南、北两半球的温带气候区。而中国是世界上唯一 4 个区都存在的国家。迄今为止, 除了我国西南部的冈瓦纳区以外, 在华夏区的南、北两个亚区和北部的安加拉区都有化石木材的发现, 但在华夏区的华北亚区尤为丰富(参见表 1.1)。在本书中共记载了晚古生代木化石 16 属和 34 种。它们分别属于苏铁类、银杏类、科达类、松柏类等各大门类, 其中以松柏类的木材为最多。

9.1.1 华夏区的华北亚区

研究的结果表明, 在晚石炭世至早二叠世期间, 产于华夏区华北亚区的化石木材基本上都没有生长轮的显示(如图版 3-33, 图 A; 图版 3-35, 图 A)。这一事实证明, 此间该区是属于气候均匀的热带和亚热带地区。这个结论, 同运用植物叶部化石以及其它证据所证明的气候结论是完全一致的。但是, 进入晚二叠世后, 整个华夏区的气候状况发生了很大的变化。这可能是由于全球性的板块构造运动, 使各大板块之间的相对位置和古纬度发生了位移, 以及由此而产生的晚二叠世晚期至早三叠世早期全球性的气候干旱化。在此期间, 华夏区的南北两个亚区所产化石木材的生长轮也显示出很大的多变性。这种复杂的多变性, 可通过以下的实例加以说明。在华北亚区的河南西部, 木化石产自下二叠统太原组、山西组、上二叠统下部石盒子组和上二叠统最上部的石千峰组, 它们提供一些该区二叠纪不同时间间隔不同的气候信息。如, 产于太原组的 *Araucarioxylon yichuanense* (图版 3-20, 图 A), 它的木材无生长轮显示, 在与它共生的植物群中, 出现有石松类的 *Lepidodendron oculus-felis* 和 *L. posthumii*, 以及具有红树林特征的根系。这表明, 上述的南洋杉型木属的木材是生长在一个温暖、潮湿和均匀的气候条件下, 而且可能是一个热带雨林环境, 所以它没有生长轮的显示。*Protophyllocladoxylon henanense* 产于河南平顶山煤矿的下二叠统上部的山西组, 这个种的木材也没有生长轮的显示(图版 3-28, 图 A), 它指示一个缺乏季节性和更加一致的热带气候环境。这个结论已被大羽羊齿类和一些其它具有热带雨林特征的藤本植物所证实(张善贵, 1980; 杨关秀, 1987)。同样是这个属的不同种, 如产于埃及白垩纪的典型种 *Protophyllocladoxylon leuchisii* Kräusel (1939) 也缺乏生长轮, 这表明, 非洲北部的埃及在白垩纪时同样属于热带的均匀气候区。与此相反的是, 产于中国北方侏罗纪的 *Protophyllocladoxylon chaoyangense* 及 *P. jianyuensis*, 都具有清晰的生长轮, 指示它们是生长在一个有季节性变化的北半球暖温带的气候环境中。通过上述同一属的不同种、不同地区, 以及不同种的实例证明, 尽管影响木材产生生长轮的因

素相当复杂,但气候因素的影响是占主导地位的。再如,*Zalesskioxylon yimaense* (Yao, Liu et Zhang) 产于河南晚二叠世晚期石千峰组,它的木材显示有生长轮的存在(图版3-42,图A),虽然不十分明显。这个事实完全可以说明,在河南地区,从早二叠世早期向晚二叠世晚期过渡期间,已由一个气候均一的热带雨林环境逐渐转向干旱气候,其温度和湿度都出现了周期性的波动。更确切地说,在河南西部从下石盒子期的后半期开始,这个北方板块已向北半球的干旱气候带移动,在化石木材中有生长轮的出现,可能与水分的供应不足有密切关系(姚兆奇等,1994)。

同样的实例也可以证明上述的结论。我们在华北亚区的辽宁西部朝阳薛台子煤矿下二叠统的太原组中,发现了大量的木化石,如 *Damudoxylon zhoui*, *Koleoxylon chinense*, *K. xuetaiziense*, *Szeioxylon exiguradius*, *Decoroxylon chaoyangense*; 南票的 *Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense*; 本溪中二叠统山西组的 *Protoginkgoxylon benxiense*; 内蒙古大青山桧马庄群的 *Protoginkgoxylon daqingshanense*, 所有这些早、中二叠世的化石木材均没有生长轮出现(如图版3-8,图A, B)这标志着在我国广大的华北亚区与河南地区的早、中二叠世期间一样,都属于气候均一的热带区(插图9.1.1)。与此相对照的是,在晚二叠世的石千峰组中所产的木材中,都有明显程度不同的生长轮出现。如山西柳林石千峰组的 *Platyspiroxylon cf. heteroparenchymatosum*, 内蒙古清水河地区的 *Zalesskioxylon chiaii*, 陕西耀县的 *Araucarioxylon leei*, 等等,在它们的木材中生长轮的普遍存在(如图版3-17,图A等),充分表明,华北亚区在晚二叠世已经由华夏区,转变为欧亚干旱区的一个植物省(王自强,1985,1996)。关于在晚石炭世至晚二叠世期间,中国木化石与华北地块构造运动和气候的关系,王军(2000)已有较详细的论述,此处不拟重复。

9.1.2 华夏区的华南亚区

华南亚区在晚古生代期间,发现的木化石较少。仅在晚二叠世早期有零星的报道。如在贵州上二叠统龙潭组下部(吴家坪阶下部)产两种木化石:*Guizhouxylon dahebianense* 及 *Walchiopremnon gaoi*。前者的次生木质部具有不明显的生长轮;后者是一个较年轻的带髓的小枝,生长轮不明显。与这些木化石共生的植物化石属于大羽羊齿植物群,其中 *Pecopteris* 也很丰富,与华南亚区的其它地区的大羽羊齿植物群一样,应属于晚二叠世早期的均一的热带、亚热带气候环境。在这个层位中,还含有辉木和芦苇类植物(田宝霖、李洪起,1992;田宝霖等,1993)。另外,在贵州水城汪家寨上二叠统汪家寨组(长兴阶)的煤核中,发现有科达根部木化石 *Amyelon radicans* 及 *A. xui* (李中明,1986a, b)。该组是一套含煤岩系,含有数层海相页岩及薄层石灰岩,产猫眼鳞木 *Lepidodendron oculus-felis* 等。在汪家寨煤核植物群中,还含有大羽羊齿类以及多种裸子植物,包括种子蕨类、科达类、苏铁类、松柏类及可能的银杏类(田宝霖,1979;田宝霖等,1980)。所有这些古地理和化石共生组合情况表明,在华南亚区,于整个晚二叠世期间,始终保持均一的、温暖潮湿的热带和亚热带的气候环境。这与同一时间里的华北亚区的日渐干旱化的气候环境形成鲜明的对比。

在此,应进一步说明的是,松柏类木材 *Walchiopremnon gaoi* (田宝霖等,1993) 在华南亚区晚二叠世的发现具有重要的生态和气候的指示意义。在贵州纳雍县境内有一个晚二叠世直立木化石林,高氏伏脂杉型木 *Walchiopremnon gaoi* 正是这个木化石林的成员之一,可以推测地认为,它与其它松柏类植物一起,生长在两个海相三角洲之间的一个海湾(纳雍海湾)的潮坪地带。那里是一个排水条件良好的高地。但后来可能由于海平面上升,松柏类森林被埋没在海水中。这可以从含木化石岩层顶板是海相的石灰岩而得到证明。这种木化石被认为是现已绝灭的松柏类 *Walchia* 的木材,它比较集中地分布于低纬度地区的北美早二叠世(Ziegler et al., 2002)和中国中、晚二叠世(沈光隆,1995)。它的化石木材 *Walchiopremnon (?) robledoense* (Tidwell and Munzing, 1995) 也被发现于美国新墨西哥州早二叠世 Hueco 组。它的木材没有生长轮的显示。在那里,它可能是生长在一个高地上,被洪水连根拔起,并顺流搬运到海相沉积中,与它共生的动、植物化石充分显示它是生长在一个没有季节性变化的均一的热带气候环境下。



插图9.1.1 C-P含煤地层植物景观图 (据 Seward, 1959)

Ad. *Adiantites*; As. *Asterocalamites*; C. *Cardiopteris*; Cal. *Calamites*; Cd. *Cordaite*; Et. *Etipteris*; Lg. *Lyginopteris*; Ln. *Lepidodendron*; N. *Neuropteris*; Pg. *Psymophyllum*; Ps. *Psaronius*; Pi. *Pitys*; R. *Rachiopteris*; S. *Stauropteris*; Sa. *Stigmaria*; Sg. *Sigillaria*; Sp. *Sphenophyllum*; U. *Ulodendron*; W. *Walchia*.

9.1.3 中国北部的安加拉区

中国北部边陲晚古生代的安加拉植物区（黄本宏，1995，175页，插图51）实际上仅是广大的安加拉区最南部的一个组成部分。在这里的安加拉区，大体上相当于 Meyen (1981, 1982) 所称亚安加拉区。在该区，晚古生代的沉积中，目前仅知有4个木化石产地（插图1.3），按它们出现的层位分述如下。

9.1.3.1 晚石炭世

在内蒙古苏尼特左旗上石炭统宝力格庙组中，迄今仅发现一种木化石 *Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense*。它的次生木质部仅具有不明显的生长轮显示（图版3-31，图A）。根据这个木材多种解剖特征表明，它是属于松柏类植物的。不久前，Meyen (1997) 在西安加拉区俄罗斯地台和前乌拉尔地区的二叠纪沉积中发现有丰富的松柏类带叶的小枝和生殖器官，并认为这些松柏类化石与热带、亚热的松柏类不同，推测它们可能是从乌拉尔——哈萨克斯坦石炭纪植物群中被诱导出来的。这些松柏类植物最初可能是生长在潮湿气候中排水条件较好的栖息地中。而在晚石炭世至晚二叠世期间，它们多半是在干旱和半干旱地区占优势。在中国亚安加拉区出现的这种早期松柏类木材也可能属于西安加拉区二叠纪松柏类植物的发源地之一。中国北方的亚安加拉区在石炭纪期间，海相和海陆交互沉积并存。从总体上看，生物群的分异度较低。海生动物群中，珊瑚化石缺乏造礁类型，仅以小型的单体珊瑚为主；腕足类面貌与特提斯海的类型有明显差别；但有孔虫的组合特征与特提斯海型组合非常相似（殷鸿福等，1988）；植物化石以 *Angaropteridium-Neuropteris-Angaridium* 组合为代表。在这里没有发现含煤岩系。根据上述情况综合分析，*Sinopalaeospiroxylon* 属的化石木材应当是生长在海滨的高地附近，显示一种有季节变化的暖温带气候条件。

9.1.3.2 中二叠世

在其余的三个产地中，包括内蒙古西乌珠穆沁旗中二叠统哲斯组*所产的木化石 *Cordaioxylon houtoumiaense*, *Chapmanoxylon xiuqiense*, *Scleropiroxylon neimongolense*, *Zalesskioxylon zhesiense*；巴林左旗哲斯组的 *Platyspiroxylon chinense*；新疆乌鲁木齐中二叠统发发槽群的 *Chapmanoxylon? teilhardii*，所有这些含木化石的层位大体上相当于中二叠统的茅口阶。在这些化石木材中，仅有西乌珠穆沁旗中二叠统哲斯组中的 *Cordaioxylon houtoumiaense* 没有生长轮出现，其余的属种都有生长轮存在（如图版3-29，图A-D），但明显程度各有不同，其中尤以新疆乌鲁木齐的 *Chapmanoxylon? teilhardii*（见图版3-17，图A）的生长轮最为明显。在同一个时代、产地和层位中，不同的木化石属种同时存在着具有生长轮和缺乏生长轮两种情况，反映出在我国北部亚安加拉区中、晚二叠世期间气候是复杂多变的。但主导的气候状况应当是有季节性变化的暖温带，同时还有干旱和潮湿气候交替状况的存在。这种气候状况产生的原因可以通过以下事实加以说明。

1) 在二叠纪，尤其是中、晚二叠世期间，亚安加拉区植物群向南延伸，进入中国北部，在那里它们同华北亚区的“华夏植物群”混合。同时有证据表明，欧亚区的裸子植物向北移进安加拉区，这是一个在较大分类等级上的大欧亚植物群的交换。这个大交换可能从两个方向进行：其一是从西欧经俄罗斯地台进入安加拉区的伯绍拉盆地；其二是从中国北方经中国北部的亚安加拉区进入典型的安加拉区（如库兹涅茨克盆地）。这种交换机制的形成可能是由于北古特提斯海的季风对生殖器官的搬运（如花粉和种子等）以及欧亚干旱省范围的扩大（王自强，1996）。

2) 安加拉植物群和华夏植物群在各自地域长期平行发展，从晚石炭世至早二叠世期间，基本上没有沟通。其原因之一，可能是由于天山——兴安海槽天然屏障阻隔的结果（李星学、姚兆奇，1983）。中晚二叠世期间，海域逐渐变窄，直至完全封闭，欧亚大陆连成一体，为两区植物群的沟通创造了有利的条件（窦亚伟、孙喆华，1985b）。地处亚安加拉区的内蒙古西乌珠穆沁旗中二叠世中晚期的哲斯组沉积时，同华夏区的华北亚区接近，没有生长轮的 *Cordaioxylon houtoumiaense* 与那些有生长轮的木材混生在

*在以往的地质文献中，对二叠纪多采用二分，所以哲斯组的时代被定为早二叠世晚期。但最近，根据《中国区域年代地层（地质年代）表说明书》（全国地层委员会，2002）建议，对二叠纪采用三分，哲斯组的时代应改为中二叠世（ P_2^1 ）。

起,反映当时在那个地区古地理和古气候的复杂情况

3) 中二叠世,内蒙古扎赉特旗柳条沟组中产一套特化了的腕足类动物群 *Richthofenia-Leptodus-Entelites* 组合,可能发育于海湾泻湖环境,并伴生有特提斯型的珊瑚和蜓类,如 *Waagenophyllum*, *Wentzelella*, *Codonofusiella* 以及 *Schwagerina* 等。这一暖水动物群的混入,可能与中二叠世的气候转暖,促使暖水区扩大有关(殷鸿福等,1988)。这充分表明,在亚安加拉区的中二叠世,海水既有北极海的冷水,同时也有特提斯海水的暖流出现,使这里的气候复杂多变。所以在这里的木材,有的没有生长轮显示和具有生长轮的木材混合出现,似乎已经得到解释。

4) 在典型的安加拉区,如库兹涅茨克盆地,二叠纪木材已被 Lepekhina (1972) 进行过较好地研究。那里的木化石虽然较为丰富,但分异度很低,多以密木型的松柏类的南洋杉型木材为主,木材的生长轮发育而且显著,显示了对安加拉区北部冷温或凉温气候的高度适应能力。而中国北部的亚安加拉区的木材,几乎找不到出现在那里的相似属种。虽然在亚安加拉区的木材多数都具有生长轮,但它们大多都不明显,晚材带很窄,有的甚至是以假的生长轮出现。所以我们推断,中国北部的亚安加拉区在中二叠世期间的气候应为暖温带。

9.1.4 中国西南部的冈瓦纳区

作为晚古生代一个独立的冈瓦纳(舌羊齿)植物区(李星学、姚兆奇,1983,75页)广泛分布于南半球冈瓦纳大陆的南美、南极、非洲、澳大利亚、印度和巴基斯坦。该区特有的舌羊齿植物群也被发现于中国西藏南部,显然这里也应属于冈瓦纳植物区。但在中国的这个区中,迄今未见有关木化石的报道。然而,产于下冈瓦纳系的化石木材却相当丰富,对它们研究的历史很早、研究的学者也很多。这一切都被 Pant and Singh (1987) 已做了全面的总结和报道。他们指出,在二叠纪下冈瓦纳系所有产地的木材中,都有明显的生长轮存在,这可能是由于它们生长在具有明显季节性变化的气候带中。*Glossopteris* 植物群占据了很大的南部大陆,并成为形成巨大煤炭资源的、造煤植物的主要来源。可以想象,在石炭——二叠纪期间,冈瓦纳大陆是被巨大的茂密森林所覆盖的。但在以往的研究中被认为,这个植物群主要是由 *Glossopteris* 的叶子和与它们共生的草本及灌木型的植物组成(Seward, 1931; Edwards, 1935)。而 Pant and Singh (1987) 则认为,舌羊齿植物群的森林是以大的木本裸子植物树木占优势,至少有一些最普遍存在的叶部化石类型是属于这样一些树的。因为形成巨厚的下冈瓦纳煤系,有时煤层可达30m以上,不可能仅由草本和灌木植物构成。晚古生代期间,在整个冈瓦纳古陆上,至少有两次冰川沉积的高峰期,一次是发生在晚石炭世(Westphalian),另一次是在中二叠世早期(Sakmarian)(Gastaldo and al., 1996)。冰碛岩广泛分布于非洲、澳大利亚、塔斯马尼亚、印度和南美洲。与其相适应的是该区外围发育了一套温凉或较冷的 *Glossopteris* 植物群,以及凉水或冷水动物群(殷鸿福等,1988)。间冰期或冰期后,降雨量增加,由冰室转为温室状态,形成泥炭沼泽。这种冷、暖交替的气候环境使得那里的树木普遍具有生长轮存在。

9.2 中生代

在地球的历史中,三叠纪是中生代的开始,也是在两个代的结合点上,生物界发生大改组的一个时期。在植物界的成分中发生很大变化。一些类群的灭绝和另一些类群的兴起,持续在整个中生代期间。在这个漫长的地质历史时期中,不论是植物地理区系还是气候环境都发生了很大的变化。中国中生代木化石在时代上分布较为普遍,三叠纪、侏罗纪和白垩纪均可见及,但在地区和层位上分布不够平衡(参见表2)。

9.2.1 三叠纪

晚古生代末,华力西运动的一幕,使我国南、北方的古地理面貌产生了重大变化。中亚——蒙

古海槽消失,塔里木——中朝板块与西伯利亚板块连成一体,形成古亚洲大陆。三叠纪期间,我国以昆仑山——古秦岭——古大别山为界,形成两个不同的古地理格局。北部地区(除少数地区外),基本上是继承性内陆盆地和山间盆地的陆相沉积,发育有早、中期大陆性干旱气候下形成的“红层”及晚期在半干旱至温湿气候环境下形成的含煤、油页岩系;而这个界线以南,早、中三叠世以海相沉积为主,但晚三叠世已变成滨海、近海沼泽的成煤环境。总之,三叠纪期间,“南海北陆”的古地理格局对古气候及古植物地理分区均有重要的控制作用。

在全球范围内,早三叠世(印度期和奥列涅克期)的植物地理区,基本上是晚古生代的继续。最初被划分为南半球的冈瓦纳区、北半球的安加拉区及中间的欧美区(Dobruskina, 1970, 1982)。但是,北美的早三叠世植物化石除了发现有少数硅化的松柏类化石木材以外,几乎没有其它报道。所以,周志炎、厉宝贤(1979)将欧美区改称欧亚区。不久后,王自强(1985, 1996)又将欧亚区进一步划分为北部的欧亚干旱省和南部的华夏省。孙革等(1995)则称其为欧亚区的华北亚区和华南亚区。

我国的早三叠世化石木材发现不多,迄今仅知有两个产地。其一是属于安加拉区的内蒙古扎赉特旗的下三叠统老龙头组。在这里的化石木材以梯纹木属的两个新种为代表,即:*Scalaroxylon jalaidqiense*及*S. multiflorum*。这两种木化石的次生木质部,属于疏木型的木材,没有任何生长轮的显示。根据所有的木材解剖构造特征,表明它们应当属于苏铁类植物。从木材本身所反映的气候环境来看,它们似乎应当是生长在没有明显季节性变化的亚热带至暖温带,并偏于干旱的气候区中。很显然,在早三叠纪初期,地处安加拉区最南部的我国安加拉区内的气候环境与我北方的欧亚干旱省相似。其二是属于我国北方欧亚干旱省的辽西朝阳下三叠统红砬组。该组含有木化石的两个新属、新种,即:*Liaoningoxylon chaoyangense*和*Tianoxylon duanmutougouense*。这两种木材的次生木质部都具有生长轮显示,但都不够显著,尤其是后者,晚材仅有1~2个管胞宽。辽西的红砬组大体上相当于华北下三叠统的刘家沟组和尚沟组。早三叠世基本上是晚二叠世干旱气候的继续,保存有大陆性干旱气候条件下形成的旱生植被,尤其是早三叠世早期,干旱气候达到顶点,大气降雨量很少,地表水域贫乏,植物具有明显的旱生特征。早三叠世晚期,气候相对比早期湿润一些,植被也比早期繁盛,植物的分异度有所提高。到中三叠世晚期,全区气候由于干热、半干热型逐渐转变为温湿型,植被开始繁盛。但在中国的中三叠世期间,迄今没有木化石被发现。

在中三叠世晚期至晚三叠世期间,由于印支运动的影响,使整个欧亚大陆的古地理和植被都发生了重大改观。所以,在植物地理区系的划分上,此时同晚古生代期间有所区别。Dobruskina (1982)首先提出,晚古生代至早三叠世时的安加拉区应改称为西伯利亚区,欧亚区改称欧洲——中国区。而我国的一些学者(如孙革等, 1995),通常把中国境内的晚三叠世植物地理区划分为北方植物区、南方植物区及雅鲁藏布江植物区。

在我国,晚三叠世木化石发现较少,目前仅知产于广东北部的良口煤系中。它们是*Protophyllocladoxylon szei*和*Xenoxylon ellipticum*。前者无生长轮,而后者生长轮则很明显。这种情况表现出,在良口煤系沉积期间,气候可能有某些变化。在广东上三叠统,根据岩性、岩相、生物群组合及含矿性等特征,可划分为三种沉积类型,即陆相——小云雾山群;海陆交互相——小坪组;浅海相——大顶组。良口群又称小坪组(吴舜卿、吴向午, 1982)。中三叠世晚期的印支运动给我国南方的古地理面貌带来了深刻的改造和影响,致使晚三叠世普遍发生海退,海陆交互相及部分陆相含煤沉积广泛出现。这标志着上述的木化石应当是生长在温暖、潮湿的热带、亚热带海滨环境中,它们的木材无生长轮显示是正常的。但是,随着海水的不断退出,海平面降低,附近的地势抬高,由于高地上可能出现的周期性供水不足,致使生长在高地上的树木产生生长轮,这似乎也作为一种解释。

9.2.2 侏罗纪

侏罗纪期间的植物地理分区已被Vakhrameev (1964, 1965, 1988, 1991)多次论述。他将全球划分为西伯利亚区、欧洲——中国区及南半球的澳大利亚区。前两个区之间的界线基本上是划在我国境内。早侏罗

出期间,两区的界线大致位于我国的黄河流域,向西,延入北欧的斯堪的那维亚半岛的南端;由于邻近晚侏罗世的气候升温事件,在欧亚大陆南部和中部出现一个干旱气候带,使两区的界线至少在纬度上,向北移动 15° 以上,即从黄河流域移到俄罗斯境内的贝加尔湖附近,其西端达到斯堪的那维亚半岛的北端。周志炎(1984, 1995)则将欧亚大陆的侏罗纪植物地理区划分为沿特提斯海北岸的滨海植物区和欧亚大陆内部的大陆植物区(周志炎, 1995, 261页,插图8-1)。在中国境内,这两个区,在习惯上通常也称南方区和北方区。在本文(插图1.3及表1.3.2)中,可以看到,侏罗纪的木化石主要发现在北方区,而且在整个侏罗纪期间均较丰富。相比之下,南方区发现较少,这种情况或许与系统采集和研究不够有关。现将南、北两区木化石与气候环境的关系分别讨论如下。

9.2.2.1 北方的侏罗纪

1) 下侏罗统北票组:该组的木化石经张武等(2000)研究,主要产地集中在辽宁西部地区的4个产地:凌源四官营子附近的龙凤煤矿,含木化石3属3种,即:*Protosciadopityoxylon liaoxiense*, *Sciadopityoxylon heizyoense*及*Xenoxylon latiporosum*;朝阳边杖子兴隆沟煤矿产木化石3属4种,它们是:*Protophyllocladoxylon chaoyangense*, *P. franconicum*, *Protosciadopityoxylon liaoxiense*, *Xenoxylon latiporosum*;北票台吉煤矿有2属2种:*Araucarioxylon jehoense*, *Protosciadopityoxylon jehoense*;喀左白塔子杨树沟煤矿产*Protosciadopityoxylon liaoxiense*。在这些木材中均有清楚的生长轮存在,这表明在早侏罗世中期,辽宁西部地区的气候有明显的季节性变化。构成生长轮的每个生长轮代表在一年内不同季节的生长量,它们一般都有早材带和晚材带之分。早材带是在春季和夏季形成的,它们的管胞具有较薄的壁和较大的腔;而晚材带的管胞则具有较厚的壁和较窄的腔,管胞常常被压扁。所以早材带和晚材带之间的界线很好识别。另外这些木材生长轮的早材带一般都较宽,晚材带很窄,多数仅有1~2个管胞宽,最多为5~6个管胞宽。所有这些解剖特征表明,当时的气候比较温暖、潮湿,春夏季节较长,冬季很短。这种气候对植物的生长十分有利。北票组是辽西早侏罗世的重要含煤层位。从北票组的植物组合(张武、郑少林, 1987)中可以看出,真蕨类在组合中居首位,其中各种各样的枝脉蕨相当丰富,而且叶片很大,表明它们是生长在温暖、潮湿的气候环境下。松柏类和银杏类是成煤植物的主要来源。而这些木化石是以松柏类为主,说明它们是当时的重要成煤植物之一。

2) 中侏罗世早期的义马组及海房沟组:河南义马组在层位上大体相当于辽西的海房沟组,这些地层属于中侏罗世早期的煤系沉积。在河南的义马组发现少量的木化石,如苏铁类的*Perisemoxylon hispirale*, *Perisemoxylon* sp. 及松柏类的*Protocupressinoxylon* sp. 等。另外,在宁夏灵武的相当层位中产有*Protocedroxylon lingwuense*。但在辽西的海房沟组中迄今还未见有木化石记载。这些木材都存在有生长轮,表明,它们是生长在有季节性变化的相对较温湿的气候条件下。

在中侏罗世晚期,冀北——辽西普遍发育有一套火山——沉积岩系,现在统称髫髻山组。该组是我国北方主要的含木化石层位。深圳仙湖植物园和沈阳植物园中的迁地木化石森林所展示的木化石,其中的一大部分木化石来自这个层位。在这个层位中,除了产有丰富的木化石外,还保存有很多矿化的蕨类根茎化石(王自强, 1983; 张武、郑少林, 1991)。在辽西主要产地是北票长皋和巴图营。在这里,首次发现有大量的疏木型苏铁类木材*Lioxylon liaoningense*,它具有一个宽大的髓部,很窄的木质部圆筒及很厚的皮层。根据木材顶端保存的粗大叶柄及其表皮构造特征推断,可能属于叶部化石*Ctenis*的茎干。在这个层位中所产的*Ctenis*属,有很多种具有特别宽大的羽轴和羽片,通过木材的解剖构造和叶部形态,充分显示它们是生长在一种高温和潮湿的气候环境下。但同时有丰富的本内苏铁类植物共生,可能代表向高温和半干旱气候环境过渡。其它的化石木材还有一些分类不明的*Sahnioxylon rajmahalense*, *Haplomyeloxylon tiaojishanense*等。这些木化石的木材都具有明显的生长轮,说明此时的气候具有明显的季节性变化。另一个重要的产地是河北涿鹿夏家沟,这里所产的木化石主要是松柏类,如*Cupressinoxylon furent*, *Pinuspseudoxylon extinctum*, *Xenoxylon hopeiense*等。这些木材也同样有生长轮,它们显然是生长在辽西完全相同的气候环境中(插图9.2.2.2)。

3) 晚侏罗世的土城子组:土城子组是继中侏罗世晚期髫髻山组火山——沉积岩系之后,在冀北——



插图9.2.2.2 辽宁北票长皋地区中侏罗世晚期（髫髻山期）喷发间歇期地貌景观复原图：（郑少林绘制）

E. Equisetites; *N. Neocalamites*; *C. h. Coniopteris hemonophylloides*; *C. s. Coniopteris simplex*; *Eb. Eboracia*; *R. Rophaelia*; *Cl. Cladophlebis*; *Ha. Hausmannia*; *Ct. Ctenis*; *Za. Zamites*; *Wi. Williamsoniella*; *An. Anomozamites*; *Pt. Pterophyllum*; *Ja. Jacutiella*; *Ty. Tyrmia*; *Gi. Ginkgo*; *Sp. Sphenobolus*; *Ph. Phoenicopsis*; *Pi. Pityocladus*; *Sc. Schizolepis*; *Wo. Sahnioxylon*; *Wo. Sahnioxylon*; *Wo. Sahnioxylon*.

辽西地区广泛发育一套红杂色的钙质、凝灰质泥岩、砂岩和砾岩。在辽西北票地区发育较好。按着岩性、岩相,大体上自下而上可划分为三个岩性段,即:下府页岩段、金岭寺砾岩段及灰绿色交错层砂岩段。它们各自代表不同的沉积相和气候环境。下段主要代表在干旱环境下形成的湖相沉积,水平层理发育,在层理之间往往形成很多的泥灰岩结核,生物化石贫乏,仅在局部地段的灰黄、灰绿色的湖相泥岩或粉砂岩夹层中含有少量叶肢介、介形类及植物碎片,未见木化石。中段主要由红色砾岩夹砂岩,多为旱谷冲积相沉积,基本上不含生物化石,仅在羊山附近发现恐龙足印;在巴图营子后山本段砾岩中,含有少量木化石,如 *Protopodocarpoxyylon batuyingziense*, *Prototaxodioxyylon romanense*, *Xenoxylon latiporosum*, 它们的木材都有生长轮显示。值得注意的是,这些木化石都是以砾石的成分出现的,它们很可能是从下伏岩层的髫髻山组被搬运后的再沉积。因为在土城子组中段砾岩的沉积环境中很难生长出高大的松柏类乔木状的树木。上段在多数地方是由风成砂岩组成的砂丘,砂岩具有较大的三组斜交层理,不含生物化石。但在局部地段可能存在有沙漠相的绿洲,在沙漠湖的滨岸上生长着疏落的旱生植被(插图9.2.2.3),如松柏类的 *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*; *Scizolepis*, *Pityolepis*; 茨康类的 *Leptostrobus* 等。其中还发现有木化石,如 *Protophyllocladoxylon faranconicum*, *Prototaxodioxyylon romanense*, *Protopodocarpoxyylon batuyingziense*, *Xenoxylon ellipticum*, *X. latiporosum*。上述松柏类叶部化石具有明显的旱生结构,它们的叶很小,多呈鳞片状、锥状,果鳞的高度木质化,表皮厚角质化;木材具有明显的生长轮和假轮。在孢粉组合中, *Classopollis* 含量高达86%以上(浦荣干等,1982)。总观植物、孢粉及木化石组合特征表明,它们是生长在季节性明显的亚热带至暖温带的干旱气候环境中,同时在后期受到季风的影响而形成沙漠的风成砂岩沉积。

在冀北地区,土城子组沉积特征与辽西地区略有不同,在大多数地区岩性分段不明显,整个沉积韵律显示上、下粗,中间颗粒较细,以河流相沉积为主。在有些地区的岩层中含有一些炭质页岩,湖相沉积含有鱼和双壳类动物化石。在延庆千家店下德隆湾附近土城子组下部含有以异木为主的木化石森林(段淑英,1986),木化石主要有两个种,即 *Xenoxylon latiporosum* 及 *Scotoxylon yanqingense* (张武等,2000)。它们都有明显的生长轮存在。在河北宣化一带该组含有丰富的孢粉组合(张望平,1989),其中 *Classopollis* 花粉含量高达15-91%。这些情况表明,冀北地区在土城子组沉积期,气候的总体情况与辽西地区大同小异,但干旱的程度不如辽西强烈,可能属于季节性干旱或半干旱半潮湿环境,而且没有发现风成沉积。

9.2.2.2 南方的侏罗纪

我国南方的侏罗纪植物群是属于欧洲——中国区,代表亚热带的植被特征。但迄今为止,在这个地区所发现的木化石相当稀少。仅知在四川自贡中侏罗统上部的下沙溪庙组产一种木化石 *Araucarioxylon zigongensis*,它具有明显的生长轮。该组以紫红色泥岩、砂质泥岩为主,夹细砂岩、粉砂岩,底部为一层具有大型斜层理的中粒砂岩。在荣昌一带页岩中含有少许的黑色页岩、油页岩,含有叶肢介、双壳类、爬行动物及植物化石。这些生物组合及沉积特征,反映它们是生长在亚热带,稍转温凉,但存在有明显的季节性干旱特征(周志炎,1995)。

另外,在安徽上侏罗统的含山组中,含有一种木化石 *Cupressinoxylon hanshanense*,它的木材具有明显的生长轮,晚材带很窄,仅有2~3个管胞宽。该组为一套暗紫红、紫红、灰黄等杂色沙砾岩层,厚度在450 m以上,仅在下部的灰色粉砂质泥岩中含少量动、植物化石和木化石。其中所含的植物化石(曹正尧,1985)主要是一些小型羽片的真蕨类(如 *Klukia*)、羽片边缘加厚的本内苏铁类(如 *Ptilophyllum*)以及大量的松柏类(多数为掌鳞杉科)成员,其中的带叶小枝 *Cupressinocladu* 很可能属于 *Cupressinoxylon* 木材的小枝。从上述含化石的沉积特征和植物化石本身的生态组合特征两个方面,反映当时的气候是炎热而干旱的。这与此时的欧洲——中国区的总体情况是完全一致的。

9.2.3 白垩纪

早白垩世期间,在全球范围内植物地理区被划分为四个区,即:西伯利亚——加拿大区、欧洲——



插图9.2.2.3 辽宁西部地区晚二叠世土城子组上部风成交错层砂岩层。植被：(郑少林绘制)

1d. 土城子组中部砂岩层；Tu土城子组上部风成交错层砂岩层。植被：N. *Neocalamites*, E. *Equisetites*, Cl. *Cladophlebis*, Co. *Coniopteris*, On. *Onychiopsis*, Ot. *Otozamites*, Ph. *Phoenicopsis*, Le. *Leptostrobus*, G. *Ginkgoites*, Pt. *Pityocladus*, Sc. *Schizolepis*, Y. *Yanliaoa*, B. *Brachyphyllum*, Pt. *Prototaxodioxylon*, X. *Xenoxylon*, Pp. *Protopodocarpoxylon*, Jch. *Jehosaurus s-satoi*.

中国区、苏通区和澳大利亚区 (Vakhrameev, 1988)。前两个区之间的界线在中国境内的黄河流域以北和辽东半岛北部。孙平等 (1995) 将中国此时的植物地理区分为北方植物区、南方植物区及藏南植物区, 同时在北方区的南部分出一个混生 (过渡) 带。郭双兴 (1983) 把中国晚白垩世的植物地理区分为北方区、南方区及地中海区。上述四个区分别代表北温带、北亚热带、热带及南亚热带。但南半球似乎没有温带植被发现, 而南极地区的早白垩世植物群可能应属于寒带 (Vakhrameev, 1988)。

中国早白垩世木化石主要见于北方区, 而南方区仅有少量发现。现分述如下。

9.2.3.1 中国北方区:

中国北方早白垩世含木化石的层位很多, 其中最早的层位是以义县组及其相当的一套火山——沉积岩系为代表。但是, 义县组的时代目前仍有争议。部分研究者认为, 义县组下部的义县阶, 其时代可能属于晚侏罗世的晚期 (王五力等, 2004)。在义县组下部发现的木化石主要有 *Cupressinoxylon fujeni*, *Protopiceoxylon* sp., *Taxoxylon* sp., *Cedroxylon* sp., *Circoporoxydon sewardi*, *Xenoxylon latiporosum*, *Sahnioxylon* sp. 等 (王五力等, 2004, 225页)。义县组上部的金刚山层中, 产有木化石: *Piceoxylon zaocishanense*, *Protopodocarpoxydon jingangshanense*, *Protophyllocladoxydon franconicum*, *Araucarioxylon sidugawaense*, *Xenoxylon hopeiense*; 与义县组层位大体相当的黑龙江省嘉荫地区的宁远村组含木化石 *Protopiceoxylon amurense*, *Xenoxylon latiporosum*; 吉林地区的火石岭组含木化石 *Protopiceoxylon yabei*; 大兴安岭地区的九峰山组含有 *Protopiceoxylon mohense*。这些木化石都具有较明显的生长轮。丁秋红等 (2004) 根据对义县组木化石生长轮的年平均敏感度统计分析, 认为这些木材具有清晰的生长轮, 反映当时的气候有明显的季节性特征, 连续生长轮宽度的变化情况表明气候的波动强烈, 显示干旱——半干旱的周期性变化。这与郑少林等 (2003) 根据植物化石组合特征所分析的气候结论是一致的。实际上, 从晚侏罗世早期的土城子组沉积期开始, *Classopollis* 花粉在组合中含量高达 86~91%, 而叶部化石又以 *Brachyphyllum* 及 *Pagiophyllum* 等松柏类占绝对优势, 表明此时的植物地理区, 随着晚侏罗世时西伯利亚区和欧洲——中国区之间界线的向北移动, 而进入了欧洲——中国区。到义县组沉积期的早期, 干旱的气候已大大地缓解, 逐渐变为季节性干旱或半干旱, 植被开始繁茂, 在植物组合中, 出现了许多欧洲——中国区特有的植物, 如大量的本内苏铁类 (*Otozamites anglica*, *O. beani*, *O. turkstanica*, *Tyrmyia*, *Neozamites*, *Rehezamites*, *Weltrichia*, *Williamsonia*, *Williamsoniella*, *Bucklandia*) ; 苏铁类 (*Yixianophyllum jingjiagouensis*, *Cycadites yingwoshanensis*) ; 喜热和耐旱的松柏类 (*Araucarites*, *Podocarpites*, *Cupressinocladus*, *Brachyphyllum*, *Pagiophyllum*) , 以及旱生植物的买麻藤类植物, 等等。表明此时的植物地理区仍然保留在欧洲——中国区的北部区内 (郑少林等, 2003) (插图 9.2.3.1)。从义县组上部的金刚山层以上, 经过九佛堂组至沙海组、阜新组以及与其相当的含油页岩、含煤岩系, 如大兴安岭地区的大磨拐河组、伊敏组、霍林河组; 黑龙江省东部的滴道组、城子河组、穆棱组; 密山、虎林地区龙爪沟群的裴得组、云山组; 山东的青山组, 它们代表我国北方最为重要的含煤、油页岩沉积岩系。在这些岩层中, 除少数地层单位不含木化石外, 其余的组都含有不同丰富程度的木化石 (参见表 1.3.2)。在这些层位中所产木化石, 不管是苏铁类、银杏类和松柏类的木材都有明显的生长轮存在。它们说明这个时期的气候仍然有季节性。但是, 已由义县组早期的半干旱转向温暖、潮湿的暖温带气候。特别是在阜新组, 潮湿的气候达到最高峰, 这可用阜新组所产的植物叶部化石表皮层上发现有大量的真菌类化石而得到证实 (郑少林、张武, 1986; 张志诚, 1987)。这些真菌类寄生在植物叶部的角质层上, 全靠大气的湿度供给它们所需要的水分才能繁殖和生存。进入早白垩世以后, 中国北方植物地理区成为典型的西伯利亚——加拿大区。 (插图 9.2.3.2)。

在早白垩世的晚期, 气候又明显地转向干旱。沉积物以红杂色的孙家湾组为代表, 迄今没有木化石发现。但在北方区的最南端, 大别山北麓的河南信阳一带的陈棚组, 其中含有较丰富的松柏类木化石。它们被定为为一类现代的属名, 如: 油杉 *Keteleeria fortunei*, 河南松 *Pinus henanensis*, 竹柏 *Podocarpus nagi* 等 (Glyptostrobus pensilis) (杨家驹等, 1990; 齐国凡等, 2005, 96页)。这些木化石的木材都具有清晰的生长轮, 表明它们是在季节性明显的气候环境中。陈棚组为一套中酸性的火山——沉积岩系,



插图9.2.3.1 辽宁西部北票四合屯—早白垩世早期义县景观复原图：（郑少林绘制）

植物：L. *Liaoningocladus*; Po. *Podocarpites*; Oa. *Otozamites anglica*; Ot. *Otozamites turkestanica*; R. *Rehderites*; T. *Tymia*; G. *Gymnogrammites*; Ca. *Coniopteris angustiloba*; D. *Dictyophyllum*; O. *Onychiopsis*; Ra. *Raphaelia*; As. *Archaeofructus sinensis*; Cs. *Coniopteris simplex*; E. *Ephedrites*; H. *Hercanthis decussata* (ex-*Sinocarpus decussata*); Al. *Archaeofructus liaoningensis*; I. *Ixostrobus*; Cz. *Czekanowskia*; G. *Ginkgo apodes*; B. *Brachyphyllum*; W. Wood; Ce. *Cephalotaxopsis*; Pi. *Pityocladus*; A. *Araucarites*; S. *Selaginellites*; Eq. *Equisetites*; Cy. *Cycadites*; T. *Thallites*. 动物：Co. *Confuciusornis sanctus* (圣贤孔子鸟); M. *Manchurochelys liaoningensis* (辽西满洲龟); Be. *Beipiaosaurus inexpectus* (意外北票龙); Dr. *Dromaeosauridae* (驰龙); Ha. *Haoipterus gracilis* (秀丽郝氏翼龙); J. *Jeholodens jenkinsi* (金氏热河兽).



插图9.2.3.2 辽宁西部阜新地区早白垩世沙海、阜新期成煤景观复原原图：（郑少林绘制）

植物: Mar. *Marchantia*; Sel. *Selaginella*; Eq. *Equisetites*; Ru. *Ruffordia*; On. *Onychiopsis*; Ac. *Acanthopteris*; At. *Athyrium*; Co. *Coniopteris*; Os. *Osmunda*; Dr. *Dryopteris*; Ad. *Adiantopteris*; Dra. *Dracopis*; Ct. *Ctenis*; N. *Nilssonia*; Ch. *Chilina*; Nils. *Nilssonia*; P. *Pterophyllum*; Sa. *Sagenopteris*; G. *Ginkgoites*; Sp. *Sphenobaiera*; Pt. *Pityocladus*; Cep. *Cephalotaxopsis*; Cun. *Cunninghamia*; Pod. *Podocarpus*; Wo. *Woodwardia*; X. *Xenoxylon*; 脊椎动物: Chanb. *Changpeipus* (张北足印)。

岩层总厚达1000 m以上。根据同位素年龄值(112 Ma)，其时代似属早白垩世晚期。它的层位或许与中国东北部含煤地层之上的东山组或泉水村组相当。这个层位刚好是处于由温暖、潮湿向炎热、干旱气候的转换时期。所以，这些松柏类，可能是生长在亚热带——暖温带有季节性变化的，由潮湿转向半干旱气候环境下。这个结论，可由该组上部的杨家湾段出现红杂色砾岩、砂岩、粉砂岩并含恐龙化石 *Elongatoolithus*, *Elongotue* 而得到证实。该段的层位可能大体相当于东北地区的孙家湾组。

晚白垩世地层在我国北方区主要发育在松辽盆地、吉林省珲春和黑龙江嘉荫地区。但在这些地区中，仅知嘉荫群有少量木化石，如 *Taxodioxyton cryptomerioides* (王如峰等, 1997)。这个木材显示有不明显的生长轮。根据与其共生的其它松柏类及被子植物化石分析，它应属于温暖、潮湿的有季节性的暖温带。

9.2.3.2 中国南方区

在我国南方区仅知浙江新昌下白垩统中上部的馆头组含一种木化石 *Araucarioxylon xinhangense*，它的一个原位树桩基部直径可达2 m 以上，木材的生长轮相当明显(插图5—7)，并有假生长轮存在，早材带很宽，晚材带仅有3~4个管胞宽。在浙江东部地区，下白垩统的下部为一套以火山岩为主夹不稳定的沉积岩层，称磨石山组。其上，为夹火山岩的馆头组，它被一套红杂色沉积的朝川组覆盖。磨石山组和馆头组都含有丰富的植物化石。植物组合显示典型的欧洲——中国区植物面貌，与欧洲的韦尔登植物群最为相似。它们代表生长在有季节性的、干旱的亚热带气候环境下，或许也与热带气候有联系。但是根据Vakhrameev (1988) 所划分的赤道区，它的位置是在东南亚一带。再说，新昌南洋杉型木的生长轮特别发育，主要是由明显的季节性造成，而假生长轮的存在可能是与周期性供水不足有关。所以馆头组植物群主要应是亚热带气候下的产物。

在我国西藏拉萨地区，拉萨以北过拉山口林周农场以南，白垩纪地层发育较全，自下而上为林布宗组(包括石灰岩段和含煤段)、楚木龙组(砂岩段)、塔克那组(紫红色杂色砂泥岩夹泥灰岩段)及林子宗组(火山岩段)(曹正尧等, 1982)。在这套地层的上、下全为海相沉积。林布宗组可能为海陆交互沉积。根据海相有孔虫化石定其时代为阿普特期(Vozenin-Serra et Pons, 1990)。其中含有木化石 *Lhasoxylon aptianum*, *Protopodocarpoxylon orientale*, *P. lalongense* 及 *Brachyoxylon* sp.。这些木化石都显示有生长轮。在含煤段中产有典型的欧洲——中国区早白垩世的植物化石(段淑英等, 1977)。这表明，上述木化石的木材是生长在亚热带至热带有季节性的近海气候环境中。

9.3 新生代

在古近纪初期，中国大陆的构造格局是在中生代末期构造运动的基础上形成的。始新世以前，喜马拉雅地区还处于古地中海区。由于印度板块与古亚洲板块的碰撞，从渐新世开始，喜马拉雅山第一次抬升。喜马拉雅运动除了在喜马拉雅地区和台湾山地形成褶皱隆起外，其它地区都是在燕山运动形成的构造格局与地貌轮廓的基础上，加大了地形的高差。喜马拉雅运动后，在我国，呈东西向分布的山系，如古天山、阴山、燕山、昆仑山、秦岭、大别山，以及南岭等，对我国整个新生代植被的形成和发展产生重大影响。在第四纪冰期来临时，这些呈东西向展布的山系，抵御了来自北半球高纬度地区寒冷气候的侵袭，起到了天然屏障的作用。此外，地处西伯利亚的鄂毕海在渐新世期间的封闭，以及白令海峡的出现，对我国新生代植被的发展演化也具有一定的影响(李浩敏、郑亚惠, 1995)。

9.3.1 古近纪

古近纪期间，在中国可区分为三个植物地理区，即：北方的温带区，代表温暖、潮湿的气候环境，区内普遍形成含煤和油页岩等暗色有机岩的沉积物；中部的亚热带区，代表炎热、干旱或部分干旱气候环境，区内形成含有石膏和岩盐的红杂色碎屑岩沉积；南方热带区，代表高温、潮湿的气候环境，区内形成湖泊——沼泽、河流相沉积物，含有暗褐色褐煤及油页岩等可燃性有机岩的沉积物(郭双兴，

1983; 李浩敏、郑亚惠, 1995)。

1) 迄今为止, 在我国古近纪期间发现的木化石层位不多, 仅有北方区的辽宁抚顺古新统栗子沟组有丰富的松柏类木化石, 其中包括 *Piceoxylon fushunense*, *Cedroxylon yendoi*, *Sequoioxylon sequoianum*, *Taiwanoxylon krasheninnikovii*, *Taxodioxyton cryptomeripoides*, *Chamaecyparioxylon chinense*, *Juniperoxylon chinense*, 等。这个木化石群由松科、杉科和柏科组成, 未见有被子植物木材出现。但在该组中, 被子植物的叶部化石也很丰富, 这可能与木化石的保存状况有关。根据这些松柏类木化石与现生松柏类树种的对比研究表明, 它们应该属于北亚热带的森林植被面貌, 除了极少数成分为落叶型以外, 绝大多数均属长绿树种。但对它们的木材生长轮的研究发现, 代表暖湿成分的红杉型木、柳杉型木、扁柏型木等的木化石, 它们的生长轮大都较窄, 而显示凉、旱成分的云杉型木、雪松型木等木材, 其生长轮反而较宽。这种情况表明, 在当时的抚顺地区, 可能处于亚热带以北的暖温带地区(杜乃正, 1987)。

2) 在我国范围广大的中部亚热带区和南方的热带区中, 迄今尚未见到有古近纪木化石的发现。这很可能与系统的采集不够有关。

9.3.2 新近纪

我国新近纪植物区系的研究工作开展较少, 这与当时植物群的更分化、更复杂有关系。植物区系受自然地理和气候环境控制, 也受植物群演替程度的影响。古近纪末, 由于喜山运动进一步活动, 古地中海海水从其东部地区退出, 欧洲、亚洲和印度次大陆等联合在一起, 以及青藏高原的隆起等原因, 促使我国新近纪的自然地理环境与古近纪有明显的不同。所以此时的植物区系也必然出现明显的区别。

根据上述特征, 我国中新世期间, 大体上可区分出三个大致的植物区, 即: 东部季风区阔叶植物区系; 内陆森林草原及草原植物区系; 青藏栎、桦及灌丛植物区系。在这些区系中还可进一步划分出植物省(宋之琛等, 1983)。后来, 刘裕生、郑亚惠(1995)将此时的中国植物区划分为两个区, 即: 泛北极植物区和古热带植物区。前者占我国大部分地区, 所有植物群均为北极第三纪植物群, 古植被类型分别为北方硬叶木混交林、落叶阔叶混交林、长绿落叶阔叶混交林、小叶常绿阔叶林和混交中生林。根据植物群成分和性质不同, 又把该区划分出4个亚区。后者在我国最南部, 仅分出一个马来西亚植物亚区。

1) 中新世的木化石在我国北方产地不多, 仅见于内蒙古平庄和山东淄博和临朐。内蒙古平庄产两种木化石 *Piceoxylon manchurium*, *Pinuxylon* sp., 它们的木材都有明显的生长轮, 与北方硬木混交林共生, 属于泛北极区的亚洲内陆植物亚区, 显示温带的气候特征。山东淄博晚中新世产木化石 *Pseudotaxoxylon chinense*; 在临朐山旺的中新世产两种被子植物木化石 *Robinioxylon zirkelii*, *Fraxinoxylon mandshuricum*。它们属于被子植物的环孔木材, 具有明显的生长轮。山旺植物群组合内容相当丰富, 已经有许多人研究, 它属于中生混交林, 而生长在那里的现代植被则为常绿落叶阔叶混交林。据此推测, 在临朐地区的植被是由低温向中温型的植被转变。这表明在中新世中期气候有一个逐渐转暖的趋势。这些化石木材应属于泛北极区的中国中、东部亚热带森林植物亚区。

在我国武汉地区新近纪的木化石群, 内容较为丰富, 大约由12科13属20种组成, 其中包括松柏类和被子植物木材(参见齐国凡等, 2005, 89页)。这些木材多以阔叶树为主, 针叶为辅的混合林植被, 它们显示一种热带——亚热带交界地区的炎热、潮湿的气候环境。其中一些生长轮明显的环孔材树种和针叶树种, 可能生长在地势较高的山地上, 而散孔材树种, 如秋枫等则分布于山麓或低丘上。它们所属的植物地理区仍然处于泛北极区的中国中、东部亚热带森林植物亚区。

在江苏泗洪中新统风山组中, 含一种被子植物木化石 *Elaeocaroxylon jiangsuense*, 它属于散孔材, 具有生长轮。当时, 这里的植物地理区系和气候环境与武汉地区相似。

在中新世, 云南景东产 *Taxodioxyton chinense*; 楚雄产 *Taxodioxyton cryptomeripoides*; *T. samninghamioides*; 在台湾岛上产有 *Taxodioxyton sequoianum* 等。这些木化石应当属于古热带植物区(刘裕生、郑亚惠, 1995)。这些木材具有清晰的生长轮, 表明它们可能是生长在海拔较高的山地上。

2) 上新世期间的植物地理区系与中新世时期的植物地理区系相似, 但泛北极区与古热带区的界线向南移至台湾岛北部, 并平行于南部海岸向西延伸(刘裕生、郑亚惠, 1995)。在这个时期, 我国北方地区的山西太谷和南方地区云南元谋, 分别代表两个重要的木化石产地。

在山西太谷小白盆地的小白组中, 首次发现榆科的榆属、蔷薇科李属, 以及桑科柘属等炭屑木材, 这是我国第一个通过研究炭屑木材而获得的上新世木材植物群。上述被子植物木材具有明显的生长轮, 表明当时的气候具有明显的季节性变化。另外, 木材的导管具有螺纹加厚, 显示温带木材的典型特征。综合木材和花粉资料(李小强等, 2001), 我们认为, 当时的植被是属于落叶针、阔叶混交林。结合在小白组沉积中发现有若干石膏层, 表明那里的气候是具有明显干湿交替的季节性的温带变化, 属于泛北极区的中国东北温带森林植物亚区。另外, 众多的炭化木的发现, 暗示在干旱的季节中, 可能有由野火引发的森林火灾发生。

元谋盆地处于川滇南部构造带中段, 受古老断裂磨盘山——绿汁江断裂的控制。在中新世末至上新世初的喜马拉雅运动第二幕期间, 云南高原大面积抬升, 高原夷平面下降, 形成元谋盆地。该盆地沉积了巨厚的新近纪晚期到第四纪的沉积, 形成一种特殊的地质地貌和植被景观。在这套地层中保存了丰富的动、植物化石, 包括元谋人的头骨化石。元谋盆地内的沉积经历了发生于距今3.4 Ma的横断事件(陈富斌, 1992)和元谋运动(钱方、周国兴, 1991), 以及随后发生于距今3.4~1.7 Ma的青藏高原快速隆起与亚洲季风再度增强等构造及气候变化事件(孙鸿烈、郑度, 1978; 施雅风等, 1999)。这里的上新世植物区系被划分为泛北极区的横断山脉森林植物亚区(刘裕生、郑亚惠, 1995)。

元谋地区的上新世有三个木化石产地, 即: 虎跳滩产地中, 发现松柏类的三尖杉属1种及被子植物木材8种, 分别属于大戟科的秋枫属、桑科的桑属、胡桃科、壳斗科的锥属、青冈属、千屈菜科的紫薇属和豆科等; 湾堡的木化石产地含有被子植物木材5种: 属于大戟科秋枫属、壳斗科青冈属、蝶形花科黄檀属、楝科的香椿属, 及胡桃属; 新华产地含被子植物木材3种: 它们分别属于楝科香椿属、榆科榉属和千屈菜属。

根据云南元谋木化石群所对应的现代植被成分的分布范围多属亚热带, 我们可以推测地认为, 元谋盆地上新世的气候是温暖的亚热带环境。

9.3.3 第四纪

我国第四纪地貌和古地理环境与上新统相似, 各地区的植被面貌也相差无几。植物群既受到本身发展规律的支配, 也受到气候降温和山脉上升的影响, 不断出现缓慢的变化。新近纪孑遗份子的数量不断地减少, 它们的分布区也不断地缩小。

更新世虽是冰期的时代, 但冰川对我国第四纪植物的影响并不太大。我国气候既有全球性一致的变化, 同时也保持有各自的地方性特色。由于我国处于中低纬度地区, 冰川活动范围较小, 并多限于山岳冰川。所以各地区的植被往往复杂多变。

北京周口店更新世猿人遗址含有炭化木 *Cercis blackii*, 它的木材具有明显的生长轮。根据发现在这里的同时代的朴树种子与今天在北京地区的紫荆木材和朴树种子没有区别。说明第四纪的植物属种与现生的种相同, 而周口店当时的气候与今天的北京地区也大体一致(中国新生代植物编写组, 1978)。

在浙江普陀山的更新统产有两种被子植物木化石 *Pterocarya stenoptera*, *Sophora japonica*, 都显示有生长轮。当时这里可能属于亚热带森林区。江苏、浙江地区, 在中更新世寒冷期, 植被分布由 *Quercus*, *Betula*, *Ulmus*, *Pinus* 和菊科等植物组成的针叶阔叶混交林和草原。其植被状况与现代温带地区相似; 在晚期的温暖期, 含长绿阔叶树 *Magnolia* 及落叶植物的 *Liquidambar*, *Castanea*, *Rhus* 等, 形成长绿与落叶阔叶林, 又与当地现代植被相似。晚更新世冷期, 曾出现 *Picea*, *Abies*, *Pinus*, *Cupressus* 等针叶林及以禾本科、菊科为主的草本植物形成的草原, 分布于不同地形部位的景观。看来, 气候可能趋于温凉。

在北方的山西太谷、陕西渭南晚更新世产一种云杉属木化石 *Picea wilsonii*, 它所反映的气候也应当与今天那里的气候大体相仿。

参考文献

- 丁秋红. 2000. 辽宁西部义县组木化石的研究. 古生物学报, 39 (增刊): 209~219
- 丁秋红. 2000. 黑龙江省九峰山组漠河原始云山型木 (新种). 植物学通报, 17 (专辑): 206~209
- 丁秋红, 郑少林, 张武. 2000. 东北地区中生代化石木异木属及其古生态. 古生物学报, 39 (2): 237~249
- 丁秋红, 张武, 郑少林. 2000. 辽宁西部阜新组化石木材的研究. 辽宁地质, 17 (4): 284~291
- 丁秋红, 张武, 郑少林. 2004. 辽西下白垩统义县组化石木生长轮的观察及其意义. 地质科技情报, 23 (1): 38~41
- 王自强. 1983a. 二叠纪鳞木类一种木化石研究简述. 天津地质学会志, 1 (3): 173~174
- 王自强. 1983b. *Osmundacaulis hebeiensis* —— 中国中侏罗世化石根茎一新种. 古植物学和孢粉学评论, 39: 87~107
- 王永栋, 张武, 斋木健一 (Saiki K). 2000. 新疆奇台晚侏罗世几种木化石. 古生物学报, 39 (增刊): 176~185
- 王永栋, 杨小菊. 2005. 记载地质历史的“万卷书”——浅谈四川射洪侏罗纪硅化木化石群的科学价值. 中国国土资源报, 2005年8月8日, 第4版
- 王永栋, 张武, 郑少林, 斋木健一, 李楠. 2005. 辽西中侏罗世苏铁类型植物的新发现. 科学通报, 50 (16): 1794~1796
- 王士俊. 1991a. 椭圆异木在粤北晚三叠世地层中的发现. 植物学报, 33(11): 810~812
- 王士俊. 1991b. 粤北晚三叠世一种新的木化石. 中山大学学报 (自然科学版), 30 (3): 66~69
- 王士俊, 姜尧发, 秦勇. 1994. 江苏徐州煤田太原组一种新的木化石. 植物学报, 36 (增刊): 194~198
- 王士俊, 胡雨帆, 崔金钟. 2000. 内蒙古早二叠世早期南洋杉型木一新种. 植物学报, 42 (2): 427~432
- 王五力, 张宏, 张立君, 郑少林, 杨芳林, 李之彤, 郑月娟, 丁秋红. 2004. 土城子阶、义县阶标准地层剖面及其地层古生物、构造—火山作用. 北京: 地质出版社, 1~514
- 王如峰, 王宇飞, 陈永喆. 1994. 中国木化石研究 (摘要). 植物学通报, 11 (增刊): 10
- 王如峰, 陈永喆. 1996. 中国黑龙江晚白垩世一新种 —— *Cupressinoxylon jiayinense* sp. nov. 国际木材解剖学会期刊, 17 (3): 319~326
- 王如峰, 王宇飞, 陈永喆. 1997. 中国黑龙江晚白垩世木化石及其古环境研究. 植物学报, 39 (10): 973~978
- 王发祥, 梁惠波主编. 1996. 中国苏铁. 广东: 广东科技出版社, 1~295
- 瓦赫拉梅耶夫 B. A. 1988 著, 孙革, 张志诚, 郑少林. 1990 译. 侏罗—白垩纪全球植物群及气候. 南京: 南京大学出版社, 1~168
- 中国科学院南京地质古生物研究所、植物研究所《中国古生代植物》编写小组. 1974. 中国植物化石, 第一册 中国古生代植物. 北京: 科学出版社, 1~226
- 中国科学院北京植物研究所和南京地质古生物研究所《中国新生代植物》编写组. 1978. 中国植物化石第三册, 中国新生代植物. 北京: 科学出版社, 1~232
- 田宝霖, 王士俊. 1987. 山西太原西山煤田太原组煤核中的科达桧化石. 古生物学报, 26 (2): 196~204
- 田宝霖, 王士俊. 1988. 山西煤核中科达桧 *Shanioxylon sinensis* 和 *Pennsylvanioxylon tianii* 的初生微管系统的研究. 古生物学报, 27 (1): 21~30
- 田宝霖, 张连武. 1980. 贵州水城汪家寨矿区化石图册. 北京: 煤炭工业出版社, 1~110
- 田宝霖, 李洪起. 1992. 一种特殊的晚二叠世茎干化石 —— *Guizhouoxylon dahebianense* gen. et sp. nov. 古生物学报, 31 (3): 336~345
- 田宝霖, 刘 霞, 赵 宏. 1993. 高氏伏脂杉型木 (新种) *Walchiopremnon gaoi* sp. nov., 在中国的首次发现. 煤田地质研究文集, 北京: 煤炭工业出版社, 118~125

- 全国地层委员会编著. 2002. 中国区域年代地层(地质年代)表说明书. 北京: 地质出版社, 1~72
- 齐国凡, 杨家驹等. 1987. 鄂中一些被子植物硅化木研究. 植物学报, 29(3): 309~313
- 齐国凡, 杨家驹, 苏景中. 1993. 武汉出土的两种古木研究. 植物学报, 35: 722~726
- 齐国凡, 杨家驹, 徐瑞瑚. 1997. 武汉地区晚第三纪三种被子植物硅化木研究. 辽宁地质, (2): 149~160
- 齐国凡, 杨家驹, 徐瑞瑚, 杨礼茂. 1997. 武汉地区晚第三纪两种榆科植物化石木的研究. 古生物学报, 36: 373~377
- 齐国凡, 杨家驹等. 2000. 中国武汉地区被子植物木化石群. 植物学通报, 17(专辑): 138~144
- 齐国凡, 杨家驹, 徐瑞瑚, 胡道华. 2005. 中国武汉被子植物化石木群. 北京: 科学出版社, 1~170
- 池玉杰. 2003. 木材腐朽与木材腐朽菌. 北京: 科学出版社, 1~212
- 孙革, 孟繁松, 钱丽君, 欧阳舒. 1995. 三叠纪植物群. 见: 李星学主编, 中国地质时期植物群, 广州: 广东科技出版社, 229~259
- 孙鸿烈. 郑度主编. 1998. 青藏高原形成演化与发展. 广州: 广东科技出版社, 73~296.
- 刘裕生, 郑亚惠. 1995. 晚第三纪植物群. 见: 李星学主编. 1995. 中国地质时期植物群, 广州: 广东科技出版社, 383~416
- 何德长. 1993. 河南义马和鄂尔多斯中侏罗世几种成煤植物. 现代地质, 7(3): 281~285
- 何德长. 1995. 大兴安岭地区晚中生代成煤植物. 北京: 煤炭工业出版社, 1~30.
- 吴秀元. 1995. 石炭纪植物群. 见: 李星学主编, 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 58~93
- 吴树明, 刘德仪译. 1990. 植物解剖学. 天津: 南开大学出版社, 1~497, (译自以色列 Fahn A., 1982)
- 吴舜卿, 吴向午. 1982. 中国三叠纪含植物化石地层. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所编著, 中国各纪地层对比表及说明书. 北京: 科学出版社, 206~222
- 宋之琛, 李浩敏, 郑亚惠, 刘耕武. 1983. 我国中新世植物区系. 见: 古生物学基础理论丛书编委会编, 中国古生物地理区系. 北京: 科学出版社, 178~184
- 张武, 张志城, 郑少林. 1980. 蕨类植物门、裸子植物亚门. 见: 沈阳地质矿产研究所主编: 东北地区古生物图册(二)中新世分册. 北京: 地质出版社, 307~308
- 张武, 郑少林. 1984. 内蒙古西乌珠穆沁旗哲斯组 *Dadoxylon* 两新种. 长春地质学院学报, 4: 69~71
- 张武, 郑少林. 1987. 辽宁西部地区早中生代植物化石. 见: 于希汉主编, 辽宁西部中生代地层古生物(3). 北京: 地质出版社, 239~338
- 张武, 郑少林. 1991. 辽宁中侏罗世紫萁根茎化石一新种. 古生物学报, 30(6): 714~727
- 张武, 郑少林, 丁秋红. 1999. 辽宁早白垩世化石木一新属——原始金松型木(*Protosciadopityoxylon*). 植物学报, 41(12): 1312~1316
- 张武, 郑少林, 商平. 2000. 辽宁早白垩世银杏木一新种——中国银杏木. 古生物学报, 39(增刊): 220~225
- 张武, 郑少林, 丁秋红. 2000. 苏格兰木(*Scotoxylon*)在中国首次发现. 植物学通报, 17(专辑): 202~205
- 张武, 郑少林, 丁秋红. 2000. 辽宁早侏罗世木化石研究. 辽宁地质, 17(2): 88~100
- 张武, 傅晓平, 丁秋红, 李楠, 李勇, 郑少林. 2006. 内蒙古扎赉特旗德发地区下三叠统老龙头组的发现. 地层学杂志, 30(1): 26~33
- 张武, 李楠, 杨小菊, 王永栋, 傅小平, 李勇, 郑少林. 2006. 内蒙古早三叠世的 *Scalaroxylon* 及其演化意义. 古生物学报, 45(3): 332~344.
- 张志诚. 1987. 辽宁阜新地区阜新组植物化石的研究. 见: 于希汉等, 辽宁西部中生代地层古生物(3). 北京: 地质出版社, 369~386
- 张永谔编著. 1984. 古生物命名拉丁语. 北京: 科学出版社, 1~429
- 张善桢, 曹正尧. 1986. 安徽含山木化石 *Cupressinoxylon* 的发现. 古植物学与孢粉学文集, 1: 23~30

- 张望平. 1989. 中国东部一些地区侏罗纪孢粉组合. 见: 中国地质科学院地质研究所地层组著: 中国东部构造—岩浆演化及其成矿规律(二). 中国东部侏罗纪—白垩纪古生物及地层. 北京: 地质出版社, 1~20
- 张善植, 王庆之. 1987. 山东青岛早白垩世木化石一新种. 古生物学报, 26(1): 65~70
- 张明书, 刘守全. 1999. 浙江普陀山岛晚更新世的两种木化石. 古生物学报, 38(4): 469~4
- 张景钺. 1929. 河北异木之新种. 中国地质学会志, 8(3): 243~255
- 李平宇, 李林. 2000. 福建海底古森林木材初探. 东北林业大学学报, 28: 75~77
- 李小明, 李承森, 鹿化煜, 王宇飞. 2002. 山西榆社-太谷盆地上新世中晚期的植被与环境. 海洋地质与第四纪地质, 22(1): 103~108
- 李中明. 1986. 生根无髓根在我国首次发现. 植物学报, 28(2): 209~212
- 李中明. 1986. 太原台木(新种)的解剖. 中国植物学杂志, 2(1): 67~76
- 李中明. 1983. 古紫萁属的订正及两个新种. 植物分类学报, 21(2): 153~160
- 李承森, 崔金钟等. 1995. 中国化石植物解剖图集. 北京: 科学出版社, 1~132
- 李星学, 姚兆奇. 1983. 东亚石炭纪和二叠纪植物地理分区. 见: 古生物学基础理论丛书编委会编, 中国古生物地理区系. 北京: 科学出版社, 74~82
- 李星学主编. 1995. 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 174~189
- 李星学, 沈光隆, 田宝霖, 王士俊, 欧阳舒. 1995. 我国石炭纪、二叠纪植物群的几个论题. 见: 李星学主编, 1995. 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 190~226
- 李浩敏, 郑亚惠. 1995. 早第三纪植物群. 见: 李星学主编, 1995. 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 345~382
- 杜乃正. 1982. 抚顺煤田中的木化石. 化石(中国), (3): 4
- 杜乃正. 1982. 两种黑龙江木化石. 植物学报, 24(4): 383~387
- 杜乃正. 1983. 奇异的“化石森林”——兼谈木化石的成因. 化石(中国), (4): 3
- 杜乃正. 1987. 辽宁省抚顺古新世木化石的初步研究. 植物学集刊, 3: 63~81
- 沈光隆. 1995. 中国二叠纪植物群. 见: 李星学主编, 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 94~173
- 林金国, 张苏炜, 梁一池, 尤华明, 董建文. 2001. 福建漳浦前湖湾海底古森林木材解剖. 植物资源与环境学报, 10: 38~43
- 施雅风, 李吉均, 李炳元, 姚檀栋, 王苏民, 李世杰, 崔之久, 王富保, 潘保田, 方小敏, 张青松. 1999. 晚新生代青藏高原的隆升与东亚环境变化. 地理学报, 54: 10~20
- 杨关秀. 1987. 豫西禹县二叠纪大羽羊齿类的演化及其地质意义. 现代地质, 1(2): 173~195
- 杨关秀. 1994. 古植物学. 北京: 地质出版社, 页1~330
- 杨建民. 1986. 湖北发现被子植物珍奇硅化木. 化石(中国), (1): 32
- 杨建民, 郭双兴, 卫广杨. 1995. 湖北第三纪双子叶植物木化石. 古生物学报, 34: 53~65
- 杨建民等. 1998. 话说木化石. 科学(中国), 50(2): 50~53
- 杨建民, 杨星学, 梁慧. 2004. 湖北利川水杉阴沉木的发现及意义. 古生物学报, 43(1): 124~131.
- 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞瑚. 1990. 大别山硅化木的研究. 林业科学, 26(4): 379~383.
- 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞瑚, 杨礼茂, 林金星. 1993. 鄂中一些被子植物硅化木研究. 植物学报, 35(3): 206~214
- 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞瑚, 杨礼茂. 1996. 三种裸子植物化石木的研究. 辽宁地质, (4): 263~273
- 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞瑚, 杨礼茂. 1998. 武汉地区三种大戟科化石木的研究. 植物学报, 40: 68~76
- 杨家驹等. 1998. 鄂中—鄂西地区的化石木对当地古气候的指相. 武汉植物研究所, 16(2): 149~153
- 杨家驹, 李德裕, 彭新云. 2000. 中国裸子植物化石木的命名和鉴定. 植物学通报, 17(专集): 117~120

- 杨家驹, 齐国凡, 徐瑞瑚, 范士凯. 2003. 武汉市出土古木油杉的研究. 林业科学, 39: 173~176.
- 陈秀娟, 徐永吉, 李跃芬, 齐国凡, 徐瑞瑚. 1992. 湖北新洲阳罗镇硅化石木研究. 辽宁地质, (4): 368~373
- 陈富斌. 1992. 横断事件: 亚洲东部晚新生代的一次重大构造事件. 山地研究, 10(4): 195~202
- 周志炎, 历宝贤. 1979. 海南岛琼海县九曲江早三叠世植物的初步研究. 古生物学报, 18(5): 444~462
- 周志炎. 1984. 湘西南早侏罗世早期植物化石. 中国古生物志, 总号第165册, 新甲种, 7: 1~91
- 周志炎. 1995. 侏罗纪植物群. 见: 李星学主编, 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 260~308
- 周 崑, 姜笑梅. 1994. 中国裸子植物材的木材解剖学及超微构造. 北京: 中国林业出版社, 1~632
- 郑少林, 张武. 1982. 黑龙江省东部龙爪沟群及鸡西群植物化石. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 5: 227~349
- 郑少林, 张武. 1986. 两种苏铁类植物的角质层及附生真菌类化石. 植物学报, 28(4): 427~432
- 郑少林. 2000. 对近年来有关*Dadoxylon*及*Araucarioxylon*系统分类与命名问题的评述. 植物学通报, 17(专集): 53~60
- 郑少林, 张武. 2000. 中国辽宁、内蒙古晚古生代银杏类木材. 古生物学报, 39(增刊): 119~126
- 郑少林, 张武, 丁秋红. 2001. 辽西中上侏罗统土城子组植物化石的新发现. 古生物学报, 40(1): 67~85
- 郑少林. 2002. 辽宁木化石——大自然的杰作探密. 见: 张殿双主编, 追踪远古生灵. 辽宁: 辽宁美术出版社出版, 173~187
- 郑少林, 郑月娟, 邢德和. 2003. 辽西晚侏罗世义县期植物群性质、时代及气候. 地层学杂志, 27(3): 233~241
- 郑少林. 2004. 土城子期生物地层及生物群—植物. 见: 王五力, 张 宏, 张立君, 郑少林, 杨芳林, 李之彤, 郑月娟, 丁秋红, 2004. 土城子阶、义县阶标准地层剖面及其地层古生物、构造-火山作用. 北京: 地质出版社, 514.
- 郑少林, 李 勇, 张 武, 王永栋, 杨小菊, 李 楠, 傅小平. 2005. 辽西侏罗纪木化石*Sahnioxylon* (萨尼木属)及其系统学意义. 世界地质, 24(3): 209~216
- 段淑英, 陈 晔, 耿国仓. 1977. 西藏拉萨早白垩世的植物化石. 植物学报, 19(2): 114~119
- 段淑英. 1986. 北京硅化木. 植物学报, 28(3): 331~335
- 段淑英, 彭光照. 1998. 四川自贡化石木研究. 植物学报, 40(7): 675~679
- 段淑英. 2000. 中国东北辽宁省西部几种中生代化石木. 植物学报, 42(2): 207~213
- 段淑英, 董传万, 潘 江, 竺国强. 2002. 中国浙江新昌化石木研究. 植物学通报, 19(1): 78~86
- 扈铁梅. 2002. 云南晚第三纪化石木研究及其古气候意义. 中国科学院植物研究所博士论文, 1~85
- 扈铁梅, 王宇飞, 李承森, 姜笑梅, 肖 扬. 2000. 木材结构——定量解释全球环境变化的一把钥匙. 植物学通报, 17(专集): 130~137
- 扈铁梅, 李承森, 姜笑梅, 王宇飞. 2002. 云南上新世杜鹃属和松属木材研究及其古气候意义. 古地理学报, 5: 90~98
- 徐 仁. 1953. 山东即墨一种化石木与化石菌丝的发现. 古生物学报, 1(2): 80~86
- 殷鸿福等. 1988. 中国古生物地理学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~329
- 陶君容、杨家驹、王宇飞. 1994. 内蒙古地区中新世木化石及古气候. 云南植物学报, 16(2): 111~116
- 郭双兴. 1983. 我国晚白垩世和第三纪植物地理区与生态环境的探讨. 见: 古生物学基础理论丛书编委会编辑, 中国古生物地理区系. 北京: 科学出版社, 164~177
- 耿宝印. 1990. 湖北晚泥盆世斜方薄皮木的再观察. 植物学报, 32(12): 951~956
- 侯建国. 1985. 赣东北玉山县发现特大硅化木化石. 古生物学报, 24(5): 582
- 崔金钟, 刘俊杰. 1992. 辽西阜新组一种新的木化石——新丘叶枝杉型木. 植物学报, 34(11): 883~885
- 崔金钟. 1995. 内蒙古霍灵河煤田罗汉松科几种丝炭化木化石的研究. 植物学报, 37(8): 636~640

- 斯行健, 张正尧, 赵省民. 1993. 宁武太原组一裸子植物木材化石新种. 山西地质, 8 (2): 127~130
- 曹正尧, 房宝鑫, 郭双兴. 1982. 中国白垩纪含植物化石地层. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所编著. 中国各纪地层对比表及说明书. 北京: 科学出版社, 270~285
- 曹正尧. 1985. 安徽含山含山组植物化石及时代. 古生物学报, 24 (3): 275~284
- 黄本奎. 1995. 安加拉植物群在我国石炭、二叠纪的分布及其与华夏植物群的关系. 见: 李星学主编, 1995. 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社, 174~189
- 窦亚伟, 孙喆华. 1985. 新疆北部晚古生代植物概况. 地质学报, 59 (1): 1~11
- 斯行健. 1934. 新疆迪化之木化石研究. 中国地质学会志, 13 (4): 581~592
- 斯行健. 1946. 宁夏的一种木化石. 中国地质学会志, 26: 101~104
- 斯行健. 1951. 北满木化石. 科学记录, 4 (4): 443~457
- 斯行健. 1952. 陕北木化石及石千峰系之地质时代. 科学记录, 5 (1~4): 171~182
- 斯行健. 1953. 中国古生代植物图鉴. 北京: 中国科学院出版社, 1~148
- 斯行健. 1954. 一种木化石 *Phoroxylon scalariforme* Sze 的构造及其亲缘关系. 古生物学报, 2 (4): 347~354
- 斯行健. 1962. 内蒙古的一种硅化木. 古生物学报, 10 (4): 415~423.
- 斯行健, 李星学等编著. 1963. 中国植物化石, 第二册: 中国中生代植物. 北京: 科学出版社, 1~429
- 程业明. 2004. 云南元谋和山西太谷上新世木化石群研究. 中国科学院植物研究所博士论文, 1~64
- 程业明, 王宇飞, 李承森. 2005. 云南元谋上新世秋枫化石木的首次发现及其古气候指示. 古地理学报, 7(1): 107~112
- 蒲荣干, 吴洪章. 1982. 辽西中晚侏罗世孢粉组合. 沈阳地质矿产研究所所刊, 4: 680~683
- 蔡重阳, 金建华, 钟创坚等. 1996. 广东东莞木化石的首次发现. 中山大学学报(自然科学版), 35 (2): 90~9
- 潘随贤, 庄军, 田宝霖. 1985. 山西太原西山煤田7号煤层中煤核的研究. 煤炭学报, (2): 59~67
- Agashe S N. 1977. *Prototaxopitys andrewsii*, a new combination for *Prototaxoxylon andrewsii* Agashe & Chitnis. Geophytology, 7 (2): 278-279.
- Agashe S N, Prasad K R. 1989. Studies in fossil gymnospermous woods, part VII: 6 New species of Lower Gondwana (Permian) gymnospermous woods from Chandrapur district, Maharashtra State, India. Palaeontographica Abt B, 212(4-6): 71-102
- Alvin K L. 1957. On *Pseudoaraucaria* Fliche emend. a genus of fossil pinaceous cones. Annals of Botany, New Series, 21: 33-51.
- Alvin K L. 1960. Further conifers of Pinaceae from the Wealden Formation of Belgium. Mem Inst Roy Sci Nat Belgium, 146: 1-39.
- Archangelsky S, Brett D W. 1963. Studies on Triassic fossil plants from Argentina: II. *Michelilloa waltonii* nov. gen. et sp. from the Ischigualasto Formation. Ann. Bot. N S 17: 147-154.
- Arnold C A. 1931. Cordaitan wood from the Pennsylvanian of Michigan and Ohio. Bot. Gaz 91: 77-87
- Artabe A E, Stevenson D W. 1999. Fossil Cycadales in Argentina. Botanical Review, 65: 219-238
- Artabe A E, Zamuner A B, Stevenson D W. 2004. Two new petrified cacad stems, *Brunoa* gen. nov. and *Worsdellia* gen. nov., from the Cretaceous of Patagonia (Bajio de Santa Rosa, Rio Negro Province), Argentina. Bot. Rev., 70: 121-133
- Ash S. 1985. A short thick cycad stem from the Upper Triassic of petrified forest national park, Arizona, and Vicinity. In E H Colbert and R R Johnson (eds.), The petrified forest through the ages. Museum Northern Arizona Bulletin, ser. 54: 17-32.
- Bailey I W, Tupper W W. 1918. Size variation in tracheary cells I. Comparison between the secondary xylem of vascular cryptogams, gymnosperms and angiosperms. Proc Amer Acad Arts and Sci. 54: 149-204.
- Bailey I W. 1936. The problem of differentiating and classifying tracheids, Fiber-tracheids and libriform fibers.

Trop Wood's 45: 18-23

- Bailey I W. 1944. The comparative morphology of the Winteraceae. III. Wood. Jour. Arnold Arb, 25: 97-103
- Beck C B. 1976. Origin and early evolution of angiosperms: a perspective. In Beck C B, ed. Origin and early evolution of angiosperms [M]. New York: Columbia Univ. Press, 1-10.
- Berthelin M, Vozenin-Serra C, Broutin J. 2004. Phytogeographic and climatic implications of Permian woods discovered in Oman (Arabian Peninsula). Palaeontographica Abt. B 268(4-6): 93-112
- Biradar N V, Mahabale T S. 1978. Occurrence of *Ginkgo*-like wood in East Gondwana of India. Recent Researches in Geology 5: 146-153.
- Biradar N V, Bonde S D. 1981. *Nandorioxylon saksenae* gen. et sp. nov., new gymnospermous wood from the Kamthi stage of Chandrapur district, Maharashtra State, India. Geophytology, 11(1): 90-94
- Bose M N. 1952. *Brachyphyllum spiroxylum* sp. nov. from the Rajmahal Hills, India. J. Indian Bot. Soc. 31: 287-296.
- Bose M N. 1953. *Bucklandia sahnii* sp. nov. from the Jurassic of the Rajmahal Hills, Bihar. Palaeobotanist 2:41-50.
- Bose M N & Sah C D. 1954. On *Sahnioxylon rajmahalense*, a new name for *Homoxylon rajmahalense* Sahnii, and *S. andewsii*, a new species of *Sahnioxylon* from Amrapara in the Rajmahal, Hills, Bihar. Palaeobotanist 3:1-8
- Brison A-L, Philippe M, Thevenard F. 2004. Are Mesozoic wood growth rings climate-induced? Paleobiology, 27(3): 531-538
- Brongniart A. 1846. Notes sur un Nouveau Genre Cycadees du Mexique. Ann. Sci. Nat. Bot. (Ser.3) 5: 5-10
- Cantrill D J. 2000. A petrified cycad trunk from the Late Cretaceous of the Larsen Basin, Antarctica. Alcheringa 24: 307-318.
- Chaloner W G, Creber G T. 1973. Growth rings in fossil woods as evidence of past climate. In: Tarling D H and Runcorn S K, (Editors), Implications of Continental Drift to the Earth Sciences. Academic Press, London, pp. 425-437.
- Chandra S, Prasad M N V. 1980. Two new species of *Zalesskioxylon* from Kamthi formation. Phytia 2-3: 1-10.
- Chaney R W and Daugherty L H. 1933. The occurrence of *Cercis* associated with the remains of *Sinanthropus*. The Bulletin of the Geological Society of China, 12: 323-328.
- Chang C Y. 1929. A new *Xenoxylon* from North China. Bull. Geol. Soc. Chona, 8(3): 243-255
- Chapman F. 1904. On a collection of Upper Palaeozoic and Mesozoic fossils from the west Australia and Queensland, in the National Museum, Melbourne. Proc. Roy. Soc. Vict. 16(2): 306-335.
- Cheng Y M, Ferguson D F, Li C S, Jiang X M and Wang Y F. 2006. *Cedreloxylon cristalliferum*, a new record of angiosperm wood of Pliocene age from Yunnan, China. IAWA Journal, 27(2):145-152.
- Cohen L M, Delevoryas T. 1959. An occurrence of Cordaites in the Upper Pennsylvanian of Illinois. Amer. J. Bot. 46: 545-549.
- Collinson M E. 1986. Use of Modern generic names for plants fossils. In: Spicer R A. and Thmos B A. (eds). Systematic and taxonomic approaches in palaeobotany. Aystematics association special volume. No. 31. Clarendon Press, Oxford, pp91-103.
- Creber G T, Chaloner W G. 1984. Influence of environmental factors on the wood structure of living and fossil trees. Bot. Rev., 50: 357-448.
- Dale M J, Nash J M. 1984. The occurrence of silicified wood in the Repulse Bay Formation sediments at Lai Chi Chong, New Territories, Hong Kong. Geological Soc. Hong Kong, Newsletter, 2(3): 1-4.
- Daugherty L H. 1941. The upper Triassic flora of Arizona. Carnegie Inst. Washington Pub. 526: 1-108
- Delevoryas T, Hope R C. 1971. A new Triassic cycad and its phyletic implications. Postilla 150: 1-21.
- Dobruskina I A. 1970. Triassic flora. In: Vachrammeev et al. Paleozoic and Mesozoic floras of Eurasia and

- phytogeography of this time. Moskva: "Nauka". 158-212 (in Russian)
- Dobruskina I A. 1982. Triassic floras of Eurasia. Academia Nauk Trans. Pp.196
- Du N Z, Prakash U. 1988. A fossil gymnospermous wood from the Miocene of Yunnan, China Palaeobotanist, 37(1): 85-89
- Duan S Y, Cui J Z, Wang X, Xiong B K, Wang Y Q. 1995. Fossil woods from the Early Cretaceous of Western Liaoning, China. I. Prof. Inter. Symp. Tree Anatomy and Wood Formation 1995 wood Anatomy Research, P.166-171.
- Eckhold H. 1923. Die Hoftüpfel bei rezenten und fossilen Coniferen. Jahrbuch der Preuß. Geol. Landesanstalt zu Berlin Band XLII, p.427-505. pls.1-8.
- Edwards W N. 1935. A guide to the fossil plants in the British Museum (Nat. Hist.) 2nd Ed. London.
- Falcon-Lang H J. 2005. Intra-tree variability in wood anatomy and its implications for fossil wood systematics and palaeoclimatic studies. Palaeontology 48, part 1, pp.171-183
- Florin R. 1940. Notes on the past Geographical distribution of the genus *Amentotaxus* Pilger (Coniferales). Sv. Bot. Tidskrift, Bd. 34, H. 2.
- Forst E H. 1930a. Specialization in secondary xylem of dicotyledons I Origin of vessel. Bot. Gaz., 89: 67-94
- Forst E H. 1930b. Specialization in secondary xylem of dicotyledons II. Evolution of end wall of vessel segment. Bot. Gaz., 90: 198-212
- Forst E H. 1931. Specialization in secondary xylem of dicotyledons III. Specialization of lateral wall of vessel segment. Bot. Gaz., 91: 88-96
- Francis J E. 1983. The dominant conifer of the Jurassic Purbeck Formation, England. Palaeontology, 26(2): 277-294
- Francis J E. 1984. The seasonal environment of the Purbeck (Upper Jurassic) fossil forests. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 48: 285-307
- Francis J E. 1986. Growth rings in Cretaceous and Tertiary wood from Antarctica and their palaeoclimatic implications. Palaeontology, 29: 665-684
- Francis J E. 1993, Frakes L A. 1993. Cretaceous climates. Sed. Rev., 1: 17-30
- Frentzen K. 1931. Beiträge zum Oberrheinischen Fossilkatalog. Nr. 6. Studien über die fossilen Hölzer der Sammelgattung *Dadoxylon* Endl., II. Teil: Revision der aus den paläozoischen Formationen Europas beschriebenen *Dadoxylon*-Spezies. Abh. Heidelberg Akad. Wiss. Math. Nat. Kl., 19: 1-51
- Garcia J P, Philippe M, Gaumet F. 1998. Fossil wood in Middle-Upper Jurassic marine sedimentary cycles of France: relations with climate, sea-level dynamics, and carbonate-platform environments. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 141(3-4): 199-214
- Gastaldo R A, DiMichele W A, Pfefferkorn H W. 1996. Out of the Icehouse into the Greenhouse: A Late Paleozoic Analog for Modern Global Vegetational Change. Gas Today, 6 (10): 1-7
- Gothan W. 1905. Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermen-Hölzer. Abh. Preuss. Geol. Landesanstalt., 44: 1-108
- Gothan W. 1906. Fossile Hölzer aus dem Balthien Russisch. Polens. Kais. Russ. Mineral. Ges., 2 ser., Bd. 44: 435
- Gothan W. 1907. Die fossilen Hölzer von König-Karls-Land. Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl., Bd. 42: 1
- Gothan W. 1910. Die fossilen Hölzreste von Spitzbergen. Kungl. Svensk. Vetensk. Ak. Handl. 45 (8): 5-56
- Gothan W, Sze H C. 1933. Über fossile Holzer aus China. Memoirs of National Research Institute of Geology, Academia Sinica, 13: 87-104.
- Grand'Eury C. 1877. Mémoires sur la flore Carbonifère du département de la Loire et du centre de la France. Mém.

- Ac. Sci. Inst. France, 24(1): 643.
- Greguss P. 1961. Permische Fossile Hölzer aus Ungarn. *Palaeontographica* 109(5-6): 131-146
- Greguss P. 1964. A new homoxylous tree in the Miocene flora of Hungary, *Tetracentronites hungaricum* nov. sp. *Palaeobotanist*, 12(3): 277-281
- Greguss P. 1968. Xylotomy of the living cycads with a description of their leaves and epidermis. Akadémiai Kiadó, Budapest pp.1-255, pl.1-185.
- Greguss P. 1969. Transfusion tissue in the stems of cycads. *Phytomorphology*, 19(1): 34-43
- Greguss P. 1973. Die neue systematische stellung von *Cycadinoxylon czeczotti* Zalewska /miozän,turów, vr pollen, und vergleichende untersuchungen mit *Pseudotaxodioxyton jaehniceni* Greguss n. g. sp./ miozän, Niederlausitz, ddr. *Palaeontographica* 143: 1-17
- Gupta K. M. 1933. The Homoxyleae and the ancestry of Angiosperms. *Curr. Sci.* 2: 129-30.
- Gupta K M. 1960. On the anatomy of a new cycadean type of stem *Sewardioxylon sahnii* gen. et sp. nov. from the Jurassic of Rajmahal Hills, Bihar. *Proc 47th Indian Sci. Cong.*, 3: 428.
- Gupta K M. 1971. Investigations on the Jurassic flora of the Rajmahal Hills, India. *Palaeontographica* 131:160-166
- Hallam A. 1994. Jurassic climates as inferred from the sedimentary and fossil record. ed.In: Allem J R L, Hoskins B J et al., *Palaeoclimates and their Modelling with special reference to the Mesozoic era*, Published Chapman & Hall Royal Society. P.79-88.
- Heer O. 1877. Pécs vidékén előforduló permii növényekről. K. Ftani Int. vkönyve, V.1, (Über permische Pflanzen von Fünfkirchen in Ungarn. Mitt. Aus dem Jb. Der kgl. Ung. Geol. Anst., V. 1.1877).
- Holden R, 1917, On the anatomy of two Palaeozoic stems from India. *Ann. Bot.* 31(123- 124): 315-326
- Hsü J. 1950a. *Brachyoxylon sahnii*, a new species of coniferous wood from Shantung. *Journal of Indian Botanical Society*, 29(1): 25-26.
- Hsü J. 1950b. Two coniferous woods, *Xenoxylon* and *Cupressinoxylon* from South Hunan. *Journal of Indian Botanical Society*, 29(1): 24.
- Hsü J. 1950c. *Xenoxylon phyllocladoides* Gothan from Sinkiang. *Journal of Indian Botanical Society*, 29(1): 23.
- Hsü J, Bose M N. 1952. On a new cordaitan stem, *Cordaite sahnii*, from central Shansi, China. *Palaeobotanist*, 1:241-244, pls. 1-2.
- IAWA. 1964. Multilingual glossary of terms uses in wood anatomy. Committee on Nomenclature International Association of Wood Anatomists.
- IAWA Committee. 1989. Standard list of characters suitable for computerized hardwood identification. *IAWA Bull. N. S.*, 10(3): 219-332
- IAWA Committee. 2004. Standard list of microscopic features for softwood identification. *IAWA Bull. N. S.*, 25(1): 1-70
- Jain K P. 1964. *Fascisvarioxylon mehtae* gen. et sp. nov., a new petrified cycadean wood from the Rajmahal Hills, Bihar, India. *Palaeobotanist* 11: 138-43
- Jeffrey E C. 1985. The anatomy of woody plants. Univ. Chicago.
- Jensen K N. 1982. Growth ring in Pennsylvanian fossil wood found in Oklahoma. *Okl. Geol. Notes*, 42: 7-10
- Johnson L. 1959. The Families of Cycads and the Zamiaceae of Australia. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 84: 64-117
- Jurasky K A. 1928. Palaobotanische Braunkohlen-Studien. 3. Ein neuer Fund von *Sciadopitys* (Konif.) in der Braunkohle. (*Sciadopityoxylon wettsteini* n. sp.). *Senckenbergiana*, 10(10): 255-264
- Khudajberyev R. 1962. *Ginkgo* wood from the Upper Cretaceous of South Western Kyzylkma. *Akademiya Nauk SSSR, Transactions of Paleontology, Moscow* 145: 422-424 (in Russian).

- Khudajberg'ev V. 1971. History of development of Ginkgoales in Middle Asia. In: Sixtel, A (chief-ed), Paleobotany of the Uzbekistan. 2, Tashkent. 62-116.
- Kimura T, Sekido S. 1975. *Nilssoniocladus* n. gen. (Nilssoniaceae n. fam.), newly found from the early Lower Cretaceous of Japan. *Palaeontographica* 153 B; 111-118.
- Kraus G.. 1870. In Schimper, W. Ph., Traité de Paléontologie végétale ou La Flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel. Paris, J. B. Bailliére et Fils, 2, p.1-381.
- Kräusel R. 1917. Die Bedeutung der Anatomie lebender und fossiler Hölzer für die Phylogenie der Koniferen. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, n. f., 16(23): 305-311
- Kräusel R. 1919. Die fossilen Koniferen Hölzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus). 1: Versuch einer monographischen Darstellung. *Palaeontographica*. 62, p.185-271.
- Kräusel R, Range P. 1928. Beiträge zur Kenntnis der Karruformation Deutsch-Süd-West-Afrika. *Beitr. Geol. Erforsch. Dtsch. Schutzgeb.*, 20: 1-54.
- Kräusel R. 1939. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Agyptens IV. Die fossilen Floren Agyptens. *Abh. Bayer. Akad. Wissenschaften Math.-naturw. Abteilung Neue Folge*. Heft 47, p.1-156.
- Kräusel R. 1949 Die fossilen Koniferen-Hölzer (unter Ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus) II Teil. Kritische Untersuchungen zur Diagnostik Lebender und Fossiler Koniferen-Hölzer. *Palaeontographica*, Abt. B, 89: 1-218
- Kräusel R. 1955. Koniferen und andere Gymnospermen. In: Kräusel R & Leschik G, Die Keuperflora von Neuwelt bei Basel I. Schweiz. Palänt. *Abh.* 71, 1-27.
- Kräusel R. 1956 Der "Versteinerte Wald" im Kaokoveld, Südwest-Afrika. *Senck.Leth.* 37(5-6): 411-453
- Kräusel R. 1956. 2. Lianen aus den Karru-Schichten Süd-Afrikas. 3. Ein Stromatolith von Kalkplateau in Südwest-Afrika. *Senck.Leth.* 37(1-2): 1-36
- Kräusel R. 1956. 4. Der "Versteinerte Wald" im Kaokoveld, Südwest-Afrika. 5. Hölzer aus dem südlichen Gebiet der Karru-Schichten Südwest-Afrika. *Senck.Leth.* 37(5-6): 411-453
- Kräusel R, Dolianiti E. 1958. Gymnospermenhölzer aus dem Paläozoikum Brasiliens. *Palaeontographica* 104(5-6):115-137
- Kräusel R, Maithy P K, Maheshwari H K. 1962. Gymnospermous woods with primary structures from Gondwana rocks. A review. *Palaeobotanist* 10(1-2): 97-107
- Kubart B. 1931. Zwei fossile Hölzer aus China. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, m.-n. Kl.* 102: 361-366.
- Kulkarni S. 1971. *Barakaroxyton monocanalosum* sp. nov. from Jharia coalfield. *Palaeobotanist* 18(3): 309-311
- Lemoigne Y, Torres T. 1988. Paléoxylologie de l' Antarctide: *Sahnioxylon antarcticum* n. sp. et interprétation de la double zonation des cernes des bois secondaires du genre de structure (parataxon) *Sahnioxylon* Bose et Sah, 1954. *C R Acad Sci, Paris*, 306, II, 939-945.
- Lepekhina V G, Yatsenko-Khmelevsky A A. 1966. Classification and nomenclature of woods of Palaeozoic pycnoxylic plants. *Taxon*, 15: 66-70
- Lepekhina V G. 1972. Woods of Palaeozoic pycnoxylic gymnosperms with special reference to North Eurasia representatives. *Palaeontographica* 138(1-4): 44-106
- Li C. S. 1990. *Minarodendron cathaysiense* (gen. et comb. nov.), a lycopod from the late Middle Devonian of Yunnan, China. *Palaeontographica*, B, 220(5-6): 97-117.
- Li C Y, Hsiao J Y and Yang C H. 1999. Fossil woods of Taxodiaceae from the Kungkuan Tuff (Early Mioceae) of northern Taiwan. *Bulletin of the National Museum of Natural Science*, 12: 41-48.

- Li C Y, Wang C M, Hsiao J Y and Yang C H. 2003. Two fossil dicotyledonous woods from Kungkuan Tuff on Shantzechiao, Taoyuan district. *Collection and Research*, 16: 71-78.
- Mahabale T S, Vagyan B A. 1980. Occurrence of *Kamthioxylon*, a new genus of gymnospermous wood from Adhari (Maharashtra). *Biovigyanam*. 6: 131-134.
- Maheshwari H K. 1964. On two new species of fossil wood from the Raniganj Stage of Raniganj Coalfield, Bengal. Pt. 24, in *Studies in the Glossopteris flora of India*. *Palaeobotanist* 13(2): 148-154 (October, 1965)
- Maheshwari H K. 1966. Studies in the *Glossopteris* flora of India – 28. on some fossil woods from the Raniganj stage of the Raniganj coalfield, Bengal. *Palaeobotanist*, 15(3): 243-257.
- Maheshwari H K. 1972. Permian wood from Antarctica and revision of some Lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica* 138: 1-43
- Mamay S H. 1976. Paleozoic origin of the cycads. U.S.G.S. Prof. Paper 934:1-48
- Maniero J. 1951. *Parataxopitys brasiliensis*, gen. n. sp. n. madeira nova do Permiano inferior. *An. Acad. Brasil. Ci.*, Rio de Janeiro. 23: 105-112.
- Marguerier J. 1973. Paleoxylologie du Gondwana africain: etude et affinities du genre *Australoxylon*. *Palaeont. Afr.*, 16:37-58.
- Mathews G B, Ho G A. 1945a. On the Occurrence of *Protopiceoxylon* in China. *Geobiologia*, 2(1): 27-35
- Mathews G B, Ho G A. 1945b. A new fossil wood from China. *Geobiologia*, 2: 36-41.
- Meyen S V. 1981. Some true and alleged Permian conifers of Siberia and Russian Platform and their alliance. *Palaeobotanist*, 28-29: 161-176.
- Meyen S V. 1982. The Carboniferous and Permian floras of Angaraland (a synthesis). *Biol. Mem.*, 7: 1-109.
- Meyen S V. 1997. Permian conifers of Western Angaraland. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 96(3-4): 351-447.
- Nishida H, Nishida M, Tanaka K. 1991. Petrified plants from the Cretaceous of the Kwantomountains, Central Japan. III. A polyxylic cycadean trunk, *Sanchucycas gigantea* gen. et sp. nov. *Bot. Mag. Tokyo* 104: 191-205
- Ogura Y. 1944. Notes on fossil woods from Japan and Manchoukuo. *Jap. J. Bot.*, 8: 345-365.
- Ogura Y., 1948, Notes on fossil woods from Japan and Manchoukuo. *Japanese journal of botany* XIII:
- Pant D D, Singh V K. 1987. Xylotomy of some woods from Raniganj Formation (Permian), Raniganj coalfield, India. *Palaeontographica* 203: 1-82
- Penhallow D P. 1900. Notes on the North American species of *Dadoxylon*, with special reference to type material in the collections of the Peter Redpath Museum, McGill College. *Royal Soc. Canada ser. 2 Procc. Trans.* 6:51-97
- Petriella B. 1969. *Menucoa cazaui* nov. gen. et sp., tronco petrificado de Cycadales, provincia de Rio Negro, Argentina. *Ameghiniana* 6: 291-302
- Petriella B. 1972. Estudio de maderas petrificadas del Terciario Inferior del area central de Chubut (Cerro Bororo). *Revista de Museo de La Plata Nuevo series*, 6: 159-254
- Philippe M. 1995. Bois fossiles du Jurassique de Franche-Comté (nord-est de la France): systematique et biogeography. *Palaeontographica Abt. B*, 236: 45-103
- Philippe M, Torres T, Zhang W, Zheng S L. 1999. *Sahnioxylon*, bois mésozoïque á aire disjointe: China, Inde et Antarctique occidentale. *Bull. Soc. geol. France*, 170 (4): 513-519.
- Phillips E W J. 1948. Identification of softwoods by their microscopic structure. London.
- Pons D, Vozenin-Serra C. 1984. Les bios aptiens de la région de Lhasa (Sud-Xizang Tibet): implications

- paleogeographiques, paléoclimatologiques et paléoécologies. Mém. Soc Geol. France, 147: 119-124.
- Prakash U. Dayal R. 1964. Fossil woods resembling *Elaeocarpus* and *Lea* from the Deccan intertrappean beds of Mahurzari near Nagpur. *Palaeobotanist*, 12(2): 121-127.
- Prakash U. Du N Z. 1995. Fossil woods from the Miocene sediments of China with remarks on environmental implications of Miocene floras of the region. In: Pant D D ed. Global environment and diversification of plants through geological time. Allahabad: South Asian Publishers. 341-360.
- Prasad M N V. Chandra A. 1980. *Palaeospiroxylon* -A new gymnospermous wood from Raniganj coalfield, India. *Palaeobotanist*, 26(3): 230-236
- Prasad M N V. 1982. An annotated synopsis of Indian Palaeozoic gymnospermous woods. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38: 119-156
- Prasad M N V. Lele K M. 1984. Triassic Ginkgoalean wood from the South Rewa Gondwana Basin, India. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 40: 387-397.
- Prasad M N V. 1986. Xylotaphoflora of the Kamthi Formation, Indian Lower Gondwana with remarks on the biostratigraphic importance of its Taphoflora. *Palaeontographica*, B. 201.
- Reichenbach H G L. 1837. *Handbuch des Natürlichen Pflanzensystems*. Dresden & Leipzig. 139-140
- Richards P W. 1979. *The tropical rainforest: An ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne. 450: 289-294
- Sahni B. 1932. *Homoxylon rajmahalense*, gen. et sp. nov., a fossil angiospermous wood, devoid of vessels, from the Rajmahal Hills, Behar. *Mem. Geol. Surv. Ind. Pal. Ind. New Series*. XX(2)1-2
- Sahni B.. 1935. *Homoxylon* and related woods and the origin of angiosperms. *Proc 6th Int. Bot. Congr.* Amsterdam, 237-238.
- Sahni B.. 1938. Recent advances in Indian Palaeobotany. *Pres. Add. Botany Section. Proc 25th Ind Sci Cong Jubil Sess, Calcutia*, (2):133-176 and *Luck Univ Stud*, (2): 1-100.
- Salard M.. 1968. Contribution à la connaissance de la flore fossile de Nouvelle-Calédonie. *Palaeontographica* B, 124: 1-44.
- Scott R A. Barghoorn E S. Prakash U. 1962. Wood of *Ginkgo* in the Tertiary of western North America. *American Journal of Botany*, 49: 1095-1101.
- Serra C. 1969. Sur des bois fossiles de l' archipel de Thô-Châu (Golfe de Thaïlande). *Arch. Gêol. Viêt-Nam*, 12: 1-15.
- Seward A C. 1897. A contribution to our knowledge of *Lyginodendron*. *Ann. Bot.*, 11: 65
- Seward A C. 1917. *Fossil plants*. Vol. 3, Cambridge, pp.1-656.
- Seward A C. Walton J. 1923. On a collection of fossil plants from the Falkland Islands. *Geol. Soc. London, Quart. J.*, 79, pt.3, 13: 313-333.
- Seward A C. 1931. (1941 2nd ed.). *Plant Life through the Ages*. Cambridge.
- Sharma B D. 1967. Investigations on the Jurassic flora of Rajmahal Hills, India. 4. On a new species of Indian *Bucklandia*, *B. guptai* with remarks on *B. sahnii* of Bose. *Ameghimiana*, 5 (2): 35-46.
- Shashi Kumar M S. Agashe S N. 2000. Studies on fossil gymnospermous woods Part XII: Two new species of *Agathoxylon* from Permian sediments of Chandrapur District, Maharashtra. *Geophytology* 30(1-2): 37-42.
- Shimamura. M. 1935-36. Studies on fossil woods from Japan and adjacent lands I. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, Sendai, Japan, 2nd Ser. (Geol.), 18(3): 267-310.
- Shimamura M. 1936. On the fossil wood of *Torreya nucifera* Sieb. et Zucc. from the Pleistocene of Kanagawa-Ken Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 43(510): 297-302.

- Shimakura M. 1937-38. Studies on Fossil Woods from Japan and adjacent Lands., Contr. II. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. Ser. 2nd. (Geol.), 19(1): 1-73.
- Shimakura M. 1940. The presence of *Protocedroxylon araucarioides* Gothan in Manchoukuo and its geological meaning. Journal of Shanghai Sciences Institute, Section II, 2(8): 283-289.
- Smoot E L, Taylor T N. 1981. The petrified pteridosperm stem *Medullosa anglica* from the Pennsylvanian of North America. Palaeontology, 24(3): 647-653
- Smoot E L, Taylor T N, Delevoryas T. 1985. Structurally preserved fossil plants from Antarctica. I. *Antarcticycas*, gen. nov., A Triassic cycad stem from the Beardmore Glacier Area. Amer. J. Bot., 72(9): 1410-1423
- Spicer R A, Rees P M, Chapman J L. 1994. Cretaceous phytogeography and climate signals. In: In: Allem J R L, Hoskins B J et al., Palaeoclimates and their Modelling with special reference to the Mesozoic era, Published Chapman & Hall Royal Society. 69-76.
- Stafleu F A. et al., 1978. International Code of Botanical nomenclature. Uttecht.
- Stevenson D W. 1990. Morphology and systmatics of the Cycadales. Mem. New York Botanical Garden, 57: 8-55.
- Stevenson D W. 1992. Formal Classification of the Extant Cycads. Brittonis 44(2): 220-223.
- Stopes M C. 1916. An Early type of the Abietineae from the Cretaceous of New Zealand. Annals Botany. XXX: 111-125
- Sun G, Dilcher D L, Zheng S L, Zhou Z K. 1998. In research of the first flower: a Jurassic angiosperm, *Archaeofructus*, from Northeast China. Science, 282(5394): 1692-1695.
- Sun G, Ji Q, Dilcher D L, Zheng S L, Nixon K C, Wang X F. 2002. Archaeofructaceae, a new basal angiosperm Family. Science, 296(5569): 793-968.
- Sun G, Sun Y W, Akhmetiev MA and RA Ashraf. 2004. The Third Symposium on Cretaceous Biota and K/T Boundary in Heilongjiang River Area. Changchun, China.
- Surange K R, Maithy P K. 1962. Studies in the *Glossopteris* flora of India:14. two new fossil woods from the Lower Gondwana of India. Palaeobotanist, 11(1-2): 96-102
- Takshashi K, Suzuki M. 2003. Dictotyledonous fossil wood flora and early evolution of wood characters in the Cretaceous of Hokkaido, Japan. IAWA Journal, 24 (3): 269-309
- Taylor T N. 1981. Paleobotany an introduction to fossil plant biology, McGraw-Hill Book Company New York. St. Louis. San Francisco etc. p.589.
- Tian B L. 1979. Coal balls in the coal seams in China. Paper for the 9th International Congress of Carboniferous Stratigraphy and Geology, Urbana, 1-15.
- Tidwell W D, Munzing G E. 1995. Gymnospermous woods from the Lower Permian Hueco Formation of south-central New Mexico. Lucas S G and Heckert A B, eds., Early Permian footprints and facies, New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 6: 91-100
- Tidwell W D, Britt B B, Ash S R. 1998. Preliminary floral analysis of the Mygatt-Morore quarry in the Jurassic Morrison Formation, west-central Colorado. Modern Geology, 22: 341-378
- Tippo O. 1946. The role of wood anatomy in phylogeny. The American Midland Naturalist, 36(2): 362-372
- Torrey R E. 1923. The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales 3. Mesozoic and Tertiary Coniferous woods. Mem. Boston Soc. Nature. Hist. 6, 2
- Vakhrameev V A. 1964. Jurassic and Early Cretaceous of Eurasia and palaeofloristic provinces of this period. Trans. Geol. Inst. Academy of Sciences of USSR, 102: 1-262
- Vakhrameev V A. 1965. Jurassic and Early Cretaceous floras of Eurasia and the palaeofloristic provinces of this period. Tr. Geol. Insit. Moscow 102, 1-263.
- Vakhrameev V A. 1987. Climates and the distribution of some gymnosperms in Asia during the Jurassic and

- Cretaceous. Review of Palaeobotany and palynology, 51: 205-212
- Vakhrameev V. A. 1991. Jurassic and Cretaceous floras and climate of the Earth. Cambridge University Press, 1-318.
- Vogellehner D. 1964. Zur nomenklatur der fossilen Holzgattung *Dadoxylon* Endlicher 1847. Taxon, Utrecht, 13(7): 233-237
- Vogellehner D. 1965. Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieselten Hölzer aus dem fränkischen und südthüringischen Keuper. Erlanger geol. Abh. 59: 76
- Vogellehner D. 1966. Zwei neue Vertreter der fossilen sekundärholzgattung *Protophyllocladoxylon* Kräusel aus dem deutschen Mesozoikum. Geol. JB. 84: 307-326
- Vogellehner D. 1966. *Protopitys buchiana* Göppert bei Kraus 1882 (Keuper von Neuwelt) ist *Paradoxoxylon* Kräusel. Senk letb 47(3): 339-345
- Vogellerhner D. 1967. Zur Anatomie end Phylogenie Mesozoischer Gymnospermenhölzer, 4: *Scalaroxylon multiradiatum* n. g. n. sp., ein Cycadophytina-Sekundärholz aus dem Keuper von Franken. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 128: 215-228.
- Vogellehner D. 1968. Zur Anatomie und Phylogenie Mesozoischer Gymnospermenhölzer, 7 : Prodrömus zu einer Monographie der Protopinaceae II. Die Protopinoide n hölzer des Jura. Palaeontographica . B, 124(4-6): 125-162.
- Vogellehner D. *Protopitys buchiana* Göppert bei Kraus 1882 (Keuper von Neuwelt) ist *Paradoxoxylon* Kräusel. Senk letb, 47 (3): 339-345.
- Vozenin-Serra C. Pons D. 1990. Interets phylogenetique et paléöécologique des structures ligneuses homoxyles decouvertes dams le Cretace inferieur du Tibet meridional. Palaeöontographica, B, 216(1-4): 107-127.
- Vozenin-serra C. Broutin J. Toutin-Morin N.1991. Bois Permians du sud-ouest de L' espagne et du sud-est de la france implications pour la taxonomie des gymnosperms paleozoiques et la phylogenie des ginkgophytes. Palacontographica 221: 1-26
- Walton J. 1925. On some South African fossil woods. Ann. South Afric. Muss. 22: 1-26.
- Wang J. 2000. Permian wood from Inner Mongolia, North China: with special reference to Palaeozoic climate change of North China Block. Palaeobotanist, 49:353 370.
- Wang Yongdong, Zhang Wu, Zheng Shaolin, Saiki K., Ki Nan, 2006. New discovery of the cycad-like plant from the Middle Jurassic in Western Liaoning, China. Chinese Science Bulletin, 50(16): 1804-1807
- Wang Z Q. 1985. Palaeovegetation and plate tectonics: Palaeophytogeography of North China during Permian and Triassic times. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 49(1): 25-45.
- Wang Z Q.1996. Past global floristic changes: The Permian great Eurasian Floral exchange. Palaeontology, 39: 189-217.
- Wang Z Q. 1996. Recovery of vegetation from the terminal Permian mass extinction in North China. Review of Palaeobotany and Palynology, 91:121-142.
- Wieland G R. 1906. American fossil cycads. Carnegie Institution of Washington Publication. 34: 1-277
- Wieland G R. 1916. American fossil cycads. Carnegie Institution of Washington Publication. 34(2): 1-267
- Wilson L. R.1963. A new species of *Dadoxylon* from the Seminole Formation (Pennsylvanian) of Oklahoma: Geology Notes, 23: 215-220
- Yang X J, Zheng S L. 2003. A new species of *Taxodioxyton* from the Lower Cretaceous of the Jixi Basin, eastern Heilongjiang, China. Cretaceous Research, 24: 653-660.
- Yao Z Q, Liu L J, Zhang S. 1994. Permian wood from western Henan, China: implications for palaeoclimatological interpretations. Review of Palaeobotany and Palynology, 80(3-4): 277-290.
- Yatsunaka, Khmelovskii A. Shilkina I.A. 1964. New findings and review of genus *Sahnioxyton*. Palaeont. J. Moscow,

3: 100-110.

- Yi T M, Li C S, Xu J X. 2003. Miocene woods of Taxodiaceae from central Yunnan, Acta Bontanic Sinica. 45 (4). 384-389.
- Yi T M, Li C S, Jiang X M. 2005. Conifer woods of the Pliocene age from Yunnan, China, Journal of Integrative Plant Biology, 47(3): 264-270.
- Zhang S Z. 1980. Notes on the ecological significance of some Cathaysia floral elements. Pap. Ist. Conf. IOP, Nanjing Inst. Geol. Palaeontol. Acad. Sin., pp.1-6.
- Zhang S Z, He Y L. 1985. Late Palaeozoic palaeophytogeographic provinces in China and their relationships with plate tectonics. Palaeontologica Cathasyana 2: 77-86.
- Zhang S Z, Wang Q Z. 1987. Notes on a new fossil wood *Araucarioxylon jimoenses* from Early Cretaceous of Qidao, Shangdong. Acta Palaeontologica sinica, 26 (1): 65-70
- Zhang W, Shang P. 1996. *Xenoxylon yixianense* sp. nov. from Lower Cretaceous of Yixian, western Liaoning, China. Palaeobotanist, 45: 389-392
- Zhang, W., Zheng S L, Ding Q H. 1999. A new genus (*Protosciadopityoxylon* gen. nov.) of Early Cretaceous fossil wood from Liaoning, China. Acta Botanica Sinica, 41(12): 1312-1216
- Zhang W, Wang Y D, Saiki K, Li N, Zheng S L. 2006. A Structurally preserved Cycad-like stem, *Lioxylon* gen. et sp. nov., from the Middle Jurassic in Western Liaoning, China. Progress in Natural Science Vol.26 (Special issue): pp.236-248
- Zhang W, Wang Y D, Zheng S L, Yang X J, Li Y, Fu X P, Li N. 2006. Taxonomic investigations on permineralized conifer woods from the Late Paleozoic Angaran deposits of northeastern Inner Mongolia, China and their Palaeoclimatic significance. Review of Palaeobotany and Palynology, doi:10.1016/j. revpalbo. 2006. 06. 010.
- Zheng S L, Zhou Z Y. 2004. A new Mesozoic *Ginkgo* from western Liaoning, China and its evolutionary significance. Rev. Palaeob. Palynol., 131: 91-103
- Zhou Z Y, Zhang B L. 1988. Two new ginkgoalean female reproductive organs from the Middle Jurassic of Henan Province. China Sci. Bull. (Kexue Tongbao, English edn.) 33: 1201-12-3.
- Zhou Z Y, Zhang B L. 1989. A sideritic *Protocupressinoxylon* with insect borings and frass from the Middle Jurassic, Henan, China. Review of Palaeobotany and Palynology, 59: 133-143
- Zhou Z Y, Zheng S L. 2003. The missing link in *Ginkgo* evolution. Nature, 423: 821-822.
- Ziegler A M, Scotese C, Mekerrow J M E, Johnson M E, Bambach R K. 1979. Paleozoic palaeogeography. Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 7: 473-502.
- Ziegler A M, Bambarch R K, Parrish J T et al. 1981. Paleozoic biogeography and climatology. In Paleobotany, paleoecology and evolution. 2: 231-266. (ed. Niklas K J). New York: Praeger Publishers.
- Ziegler A M., Parrish J M, Jiping Y, and al. 1994. Early Mesozoic phytogeography and climate. In edited Allen J R L. et al. Palaeoclimates and their modelling with special reference to the mesozoic era. The Royal Society Publ. by Chapman & Hall for the Royal Society. 89-98.
- Ziegler A M, Rees P M, Naugolnykh S. 2002. The Early Permian floras of Prince Edward Island, Canada: differentiating global from local effects of climate change. Canadian Journal of Earth Sciences, 39: 223-238.
- Zimmermann G. 1953. Anatomische Untersuchungen an Kieselhölzern aus dem Stubensandstein Württembergs. Palaeontographica Abt. B, 93: 69-102.
- Тахтаджян А Л. 1956. Высшие Растения. Издательство Академии Наук СССР, Москва.
- Яценко-Хмельский А А. 1954. Основы и Методы Анатомического Исследования Древесины. Москва.

索引

A

Abies 316
Abietopitys 16, 17, 75, 114
Acanthopteris 332
Acrocarpus 31, 284
Acrocarpus fraxinifolius 31, 284, 285, 286
Adiantites 322
Adiantopteris 332
Agathis 316
Agathoxylon 19
Amyelon 16
Amyelon xui 321
Amyelon radicans 321
Angaridium 323
Angaropteridium 323
Anomozamites 327
Antaticycas 23
Antarcticycas schopfii 23
Aphananthe 31, 276
Aphananthe phillippinensis 276
Aphananthe wuhanensis 31, 276, 277, 278
Araucaria 10, 316, 317
Araucariopitys 21
Araucarioxylon 3, 10, 16, 17, 19, 21, 26, 54, 123, 124, 133, 175, 177, 181, 244, 316, 317
Araucarioxylon carbonaceum 54, 133, 181, 244
Araucarioxylon chiaii 2, 88
Araucarioxylon batuense 4, 26, 121, 124, 134, 176, 181, 183
Araucarioxylon jeholense 1, 156, 326
Araucarioxylon jimoense 4, 26, 176, 181, 184
Araucarioxylon laoshidanense 3, 7, 27, 33, 54, 55
Araucarioxylon leei 7, 27, 34, 54, 56, 321
Araucarioxylon neimongense 3, 7, 27, 54, 57
Araucarioxylon ningwuense 88
Araucarioxylon shandongense 27, 244, 245
Araucarioxylon sidugawaense 4, 27, 176, 185, 330
Araucarioxylon wudense 3, 7, 27, 33, 54, 58
Araucarioxylon xinchangense 27, 176, 185, 187, 188, 333
Araucarioxylon xiuqiense 63
Araucarioxylon yichuanense 3, 7, 27, 34, 59, 60, 320
Araucarioxylon yimaense 3, 7, 34
Araucarioxylon zigongensis 4, 27, 120, 121, 124, 134, 135, 328
Araucarioxylon sp. 7
Araucarites 330, 331

Arauspiropitys 18
Archaeofructus liaoningensis 25, 331
Archaeofructus sinensis 331
Arctoxylon 21
Artisia 26
Artisia approximate 7, 26, 57
Ashicaulis iii
Asterocalamites 322
Athyrium 332
Australoxylon 18

B

Baiera 24
Baiera digitata 24
Baieroxylon 16, 17, 24, 75
Baieroxylon implexum 24
Barakaroxylon 18, 110
Beipiaosaurus inexpectus 331
Betula 335
Bischofia 32, 291
Bischofia javanica 32, 291, 292
Bischofia polycarpa 32, 291, 293
Bororoa 23, 24
Bowenia 24
Brachyoxylon 21, 27, 175, 178, 185
Brachyoxylon sahnii 2
Brachyoxylon sp. 5, 27, 176, 185, 189, 333
Brachyphyllum 328-329, 330, 331
Bridelia 32, 291
Bridelia wuhanensis 32, 291, 293, 294
Brunoa 23
Bucklandia 25, 330
Bucklandia guptai 22
Bucklandia indica 22
Bucklandia sahnii 22

C

Calamites 314, 322
Callitris grauca 66
Callixylon 16
Camellia 31, 280
Camellia kueishanensis 31, 280, 282
Camellia japonica 280
Cardiopteris 322
Castanea 335
Catalpa 32, 306
Catalpa wuhanensis 32, 306, 309

Catervoxylon 19
Cedroxylon 20, 28, 177, 185
Cedroxylon jinshaense 5, 28, 176, 185, 190
Cedroxylon sp. 5, 28, 246, 330, 249
Cedroxylon withami 185, 246
Cedroxylon yendoi 5, 28, 248, 334
Centricycas 24
Cephalotaxopsis 331, 332
Ceratozamia 24
Cercis 32, 286
Cercis blackii 31, 285, 286, 335
Cetricycas antarcticus 23
Chamaecyparioxylon 30, 270
Chamaecyparioxylon chinense 5, 30, 270, 272, 334
Chamaecyparioxylon polonicum. 270
Changpeipus 332
Chapmanoxylon 3, 17, 19, 30, 59, 63
Chapmanoxylon raniganjense 59
Chapmanoxylon ? taiyuanense 7, 30, 33, 61
Chapmanoxylon ? teilhardi 1, 7, 30, 34, 57, 59, 323
Chapmanoxylon teilhardi 59
Chapmanoxylon xiuqiense 3, 7, 30, 33, 62, 63, 323
Charmorgia dijolii 23
Chilinia 332
Circoporoxyton 20, 21
Circoporoxyton sewardi 330
Cladophlebis 327, 329
Classopollis 328, 330
Codonofusiella 324
Confuciusornis sanctus 331
Coniopteris 329, 332
Coniopteris angustiloba 331
Coniopteris hemenophylloides 327
Coniopteris simplex 327, 331
Cordaioxylon 3, 16, 17, 21, 26, 47, 320
Cordaioxylon houtoumiaense 3, 7, 26, 33, 47, 48, 323
Cordaioxylon intermedium 47
Cordaioxylon rhodeanum 88
Cordaioxylon sahnii 7, 26, 47, 48, 49
Cordaites 314, 322
Cordaites michiganensis 320
Cordaites recentium 320
Ctenis 326, 327
Ctenis lyrata 332
Cunninghamia 29, 256, 332
Cunninghamia lanceolata 29, 256, 258
Cupressus 29, 267, 335
Cupressus hubeiensis 29, 268, 269, 270
Cupressus sempervirens 267
Cupressus wuhanensis 29, 268, 269
Cupressus sp. 268
Cupressinocladus 328, 330

Cupressinoxylon 2, 4, 20, 29, 123, 124, 125, 135, 177, 190, 328
Cupressinoxylon ucranicum 135, 190
Cupressinoxylon baomiqiaoense 4, 29, 176, 190, 191
Cupressinoxylon fujeni 2, 29, 121, 124, 135, 136, 330, 326
Cupressinoxylon hanshanense 4, 29, 120, 121, 124, 135, 136, 328
Cupressinoxylon jiayinense 29, 176, 192
Cupressinoxylon sp. 1
Cycadeoidea 23, 25
Cycadites 331
Cycadites yingwoshanensis 330
Cycadoxylon 23
Cycadoxylon robustum 22
Cycas 23
Cycas revolute 22
Czekanowskia 331

D

Dadoxylon 3, 16, 17, 19, 21
Dadoxylon (Araucarioxylon) 19
Dadoxylon (Cordaioxylon) 19
Dadoxylon (Eristophyton) 19
"Dadoxylon" adaense 320
Dadoxylon angustum 92
Dadoxylon chaneyi 34
Dadoxylon chiaii 88
Dadoxylon (Cordaites) houtoumiaense 3, 47
Dadoxylon indicum 34
Dadoxylon (Araucarioxylon) japonicum 2
Dadoxylon leei 2, 54
Dadoxylon implexum 24
Dadoxylon ningwuense 88
Dadoxylon rhodeanum 2, 88
Dadoxylon (Cordaites) rhodeanum 88
Dadoxylon (Cordaites) sahnii 47
Dadoxylon (Cordaioxylon) sahnii 2, 47
Dadoxylon teilhardii 1, 59
Dadoxylon (Araucarioxylon?) teilhardii 2, 59
Dadoxylon (Cordaites) rhodeanus 1
Dadoxylon xiuqiense 3, 63
Dadoxylon (Mesoxylon ?) sp. 6
Damudoxylon 17, 30, 34, 63, 317
Damudoxylon waltonii 63
Damudoxylon zhoui 3, 7, 30, 33, 63, 64, 65, 321
Decoroxylon 31, 94
Decoroxylon chaoyangense 3, 7, 31, 33, 94, 97, 98, 99, 100, 321
Desmoporoxyton 16, 83
Dictyophyllum 331
Dioon 24
Dolichandrone 32, 308

Dolichandrone wuhanensis 32, 308, 309, 310

Dracopteris 332

Dromaeosauridae 331

Dryopteris 332

E

Eboracia 327

Elaeocarpus 31, 280

Elaeocarpus serratus 280

Elaeocarpus wuhanensis 31, 280, 283

Elaeocaroxylon 31, 281

Elaeocaroxylon antiquum 281

Elaeocaroxylon jiangsuense 31, 283, 284, 334

Elongatoolithus 333

Elongotue 333

Encephalartos 23

Ephedrites 331

Equisetites 327, 329, 331, 332

Equisetum 314

Enteleites 324

Ericaceoxylon 32, 298

Ericaceoxylon sp. 299

Ericaceoxylon hymenanthoides 32, 299, 300, 301

Ericaceoxylon cf. *hymenanthoides* 32, 299, 302

Ericaceoxylon longlingense 32, 298, 300

Ericaceoxylon parchymatosum 298

Ericaceoxylon sp. 32, 299, 301, 302, 303

Eristophyton 16

Etapteris 322

Europoxylon 21, 110

Europoxylon germanicum 118

Euodia 32, 295

Euodia hortensis 295

Euodia rutaecarpa 32, 295, 298

F

Fascisvarioxylon mehtae 22, 23, 24

Fraxinoxylon 32, 304

Fraxinoxylon mandshuricum 32, 304, 307, 308, 334

G

Gigantonoclea guizhouensis 94

Ginkgo 24, 327

Ginkgo apodes 331

Ginkgo biloba 24

Ginkgoites 177, 329, 332

Ginkgophytoxylon 24

Ginkgophytoxylon permianse 24

Ginkgophytoxylon lucasii 24

Ginkgoxylon 24, 26, 181

Ginkgoxylon asiaemediae 181

Ginkgoxylon chinense 24, 26, 176, 177, 181, 182

Glossopteris 19, 324

Glyptostroboxylon 5, 20, 29, 177, 192

Glyptostroboxylon senomanicum 5

Glyptostroboxylon tenerum 192

Glyptostroboxylon xidapoense 4, 29, 176, 193, 194

Glyptostrobus 29, 241

Glyptostrobus pensilis 29, 177, 178, 239, 241, 242, 330

Gmelina 32, 304

Gmelina asiatica 304

Gmelina hubeiensis 32, 304, 307

Gmelina wuhanensis 32, 304, 305, 306

Guizhouoxylon 31, 92, 110, 125, 170

Guizhouoxylon dahebianense 2, 7, 25, 31, 34, 92, 94, 95, 96, 321

Gymnogrammitites 331

H

Haopteris gracilis 331

Haplomyeloxylon 21, 30, 123, 124, 125, 138, 141

Haplomyeloxylon tiaojishangense 30, 121, 124, 138, 139, 140, 326

Haplomyeloxylon triassicum 136, 138, 140, 141

Hausmania 327

Hercantha decussate (ex-*Sinocarous decussate*) 331

Homoxylon 351

Homoxylon rajmahalense 10, 170

I

Indoxylon 16, 18

Ixostrobus 331

J

Jeholodens jenkinsi 331

Jehosauripus s-satoi 329

Jacutiella 327

Juniperoxylon 20, 30, 271

Juniperoxylon chinense 5, 30, 273, 274, 334

Juniperoxylon pachyderma 271

Juniperoxylon sp. 5, 30, 273, 275

K

Kamthioxylon 18

Kaokoxylon 18

Kendoxylon 18

Keteleeria 28, 310

Keteleeria fortunei 28, 177, 178, 239, 240, 310, 330

Keteleeria sp. 28, 311, 312

Koleoxylon 3, 21, 25, 34, 110

Koleoxylon chaneyi 34

Koleoxylon chinense 3, 7, 25, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 321

Koleoxylon indicum 34

Koleoxylon xuetaiziense 3, 7, 25, 33, 39, 40, 41, 42, 321

L

- Laurinoxylon* 31, 276
Laurinoxylon diluviae 278
Laurinoxylon wuhanensis 31, 278, 277
Lepidodendron iv, 314, 322
Lepidodendron oculus-felis 320, 321
Lepidodendron posthumii 320
Lepidozamia 23
Leptocycas gracilis 23
Leptodus 324
Leptophloeum iv
Leptostrobus 328, 329
Lhassoxylon 30, 177, 193
Lhassoxylon aptianum 5, 30, 176, 193, 195, 196, 333
Liaoningocladus 331
Liaoningoxylon 30, 105
Liaoningoxylon chaoyangense 3, 7, 30, 101, 110, 111-113, 325
Liginopteris 322
Lioxylon 25, 123, 124, 125, 327
Lioxylon liaoningense 23, 25, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 326
Liquidambar 335
Liriodendron tulipifera 14
Lobataxylon 16
Lycopodium 314
Lyssoxylon grigsbyii 23

M

- Macrozamia* 23
Macrozamia fraseri 22
Magnolia 335
Manchurochelys liaoningensis 331
Marchantiolites 332
Medullopitys 16, 18
Medullosa 97, 314
Megaporoxyton 17
Menucoa 24
Menucoa cazau 23
Mesopitys 16, 34
Metasequoia 29, 311
Metasequoia glyptostroboides 29, 311, 312, 313
Michelilloa waltonii 22, 23
Microcycas 24
Myelontordoxylon 19

N

- Nandorioxylon* 18
Nilssonina sinensis 332
Nilssonicladus 23
Nilssoniopteris 332

- Neocalamites* 33, 327, 329
Neozamites 330
Neuropteris 322, 323

O

- Onychiopsis* 329, 331, 332
Ormosia 32, 286
Ormosia coccinea 286
Ormosia pinnta 32, 286, 287
Osmunda 332
Osmundacaulis iv
Otozamites 329
Otozamites anglica 330, 331
Otozamites beani 330
Otozamites turkstanica 330, 331

P

- Pagiophyllum* 328, 330
Palaeopiceoxylon 20
Palaeosmunda iv
Palaeospiroxylon 18
Paracatervoxylon 19
Parataxopitys 18
Paradoxoxylon 2, 25, 125, 170
Parapalaeospiroxylon 17, 18, 74, 316
Parapalaeospiroxylon burmundiaensis 83
Parapitys 16
Paratordoxylon 19
Pecopteris 321
Pennsylvanioxylon 2, 21, 26, 47
Pennsylvanioxylon tianii 2, 7, 26, 34, 50, 51
Pennsylvanioxylon validum 47
Perisemoxylon 26, 123, 124, 132
Perisemoxylon bispirale 26, 121, 123, 124, 132, 133, 326
Perisemoxylon sp. 26, 123, 124, 132, 133, 326
Phoenicopsis 327, 329
Phoroxyton 2, 25, 178
Phoroxyton qiezhense 4, 25, 176, 177, 178, 179
Phoroxyton multiflorum 10
Phoroxyton scalariforme 2, 23, 26, 176, 177, 178, 180, 340
Phyllanthus 32, 294
Phyllanthus niruri 294
Phyllanthus wuhanensis 32, 294, 296
Phyllocladopitys 16, 17
Phyllocladoxylon 20, 21, 27, 123, 124, 125, 138, 193
Phyllocladoxylon cf. *eboracense* 1, 27, 121, 124, 140, 141
Phyllocladoxylon densum 5, 27, 176, 193, 197
Phyllocladoxylon eboracense 5, 27, 176, 198, 199
Phyllocladoxylon hailaerense 5, 27, 176, 198, 200
Phyllocladoxylon heizyoense 5, 159, 223, 228
Phyllocladoxylon muelleri 138, 193, 196
Phyllocladoxylon xinqiuensis 5, 27, 176, 198, 200

- Phyllocladoxylon* sp. 1
Picea 335
Picea wilsonii 335
Piceoxylon 20, 28, 177, 198, 250
Piceoxylon fushunense 5, 28, 253, 254, 334
Piceoxylon manchuricum 28, 176, 202, 250, 252, 253, 334
Piceoxylon priscum 5, 28, 176, 202, 203
Piceoxylon pseudotsugae 198, 250
Piceoxylon zaocishanense 5, 28, 176, 204, 205, 330
Pinoxylon 21, 148
Pinoxylon (Protopiceoxylon) yabei 2
Pinoxylon yabei 1
Pinoxylon dakotense 1
Pinus 28, 248, 253, 335
Pinus armandii 250
Pinus cf. *armandii* 28, 250, 251
Pinus henanensis 28, 177, 178, 239, 242, 330
Pinus sylvestris 239, 248
Pinuxylon 20, 28, 250
Pinuxylon sp. 28, 250, 251, 334
Pityocladus 327, 329, 331, 332
Pityolepis 328
Pitys 322
Planoxylon 21, 114
Platanus acerifolia 25
Platyspiroxylon 16, 30, 66, 316, 317
Platyspiroxylon chinense 30, 33, 66, 67, 68, 69, 323
Platyspiroxylon heteroparenchymatosum 66
Platyspiroxylon cf. *heteroparenchymatosum* 3, 7, 30, 33, 66, 69, 321
Podocarpites 330, 331
Podocarpus 27, 236, 241
Podocarpus nagi 27, 177, 178, 239, 241, 330
Podocarpoxylon 20, 21, 27, 177, 204
Podocarpoxylon aparenchymatosum 204
Podocarpoxylon dacrydioides 27, 176, 204, 206
Podocarpoxylon sp. 5
Podozamites 332
Polyporoxylon 21
Polyloboxylon 16
Polysolenoxylon 16, 18
Protoaraucarioxylon 3, 10, 317
Protocedroxylon 21, 28, 123, 124, 125, 142, 177, 204
Protocedroxylon araucarioides 1, 209, 141, 204
Protocedroxylon lingwuense 28, 121, 124, 142, 326
Protocedroxylon orientale 5, 28, 176, 206, 207
Protocircoporoxylon 21
Protocupressinoxylon 21, 29, 123, 124, 125, 143, 177, 206
Protocupressinoxylon cupressoides 143, 206
Protocupressinoxylon mishanense 4, 29, 120, 176, 206, 208
Protocupressinoxylon sp. 29, 120, 121, 124, 143, 144, 145, 326
Protoginkgoxylon 24, 26, 43, 177
Protoginkgoxylon benxiense 3, 24, 26, 33, 43, 44, 45, 321
Protoginkgoxylon daqingshanense 3, 24, 26, 33, 45, 46, 47, 321
Protoglyptostroboxylon 29, 177, 209
Protoglyptostroboxylon giganteum 5, 29, 176, 209, 210
Protoglyptostroboxylon yiminense 5, 29, 176, 199, 209, 211
Protojuniperoxylon 20, 21, 159
Protopalaeoxylon 17
Protopalaeospiroxylon 17
Protophyllocladoxylon 3, 16, 17, 21, 27, 70, 105, 123, 124, 125, 143, 177, 209
Protophyllocladoxylon chaoyangense 4, 27, 121, 124, 143, 146, 320, 326
Protophyllocladoxylon franconicum 4, 5, 27, 121, 124, 143, 147, 176, 212, 213, 320, 326, 328, 330
Protophyllocladoxylon haizhouense 5, 27, 176, 212, 214
Protophyllocladoxylon henanense 3, 7, 27, 34, 70, 71, 320
Protophyllocladoxylon leuchsi 70, 212, 143, 209, 320
Protophyllocladoxylon szei 3, 27, 101, 105, 109, 325
Protopiceoxylon 21, 22, 28, 123, 124, 125, 143, 177, 212
Protopiceoxylon amurense 4, 28, 150, 120, 121, 124, 148, 149, 176, 212, 330
Protopiceoxylon chaoyangense 4, 28, 121, 124, 144, 176, 186, 212
Protopiceoxylon dakotense 28, 176, 202, 217
Protopiceoxylon exstinctum 2, 28, 121, 124, 143, 148, 150, 212, 326
Protopiceoxylon mohense 5, 28, 176, 216, 217, 330
Protopiceoxylon xinjiangense 4, 28, 121, 124, 148, 151, 152
Protopiceoxylon yabei 28, 121, 124, 148, 153, 330
Protopiceoxylon yizhouense 28, 176, 217
Protopiceoxylon sp. 330
Protopinuxylon 21
Protopodocarpoxylon 21, 27, 123, 124, 125, 153, 175, 177, 218, 329
Protopodocarpoxylon arnatum 4, 27, 176, 215, 218, 219
Protopodocarpoxylon batuyingziense 4, 27, 121, 124, 154, 155, 328
Protopodocarpoxylon blevillense 20, 153, 218
Protopodocarpoxylon jingangshanense 5, 27, 176, 218, 220, 330
Protopodocarpoxylon lalongense 5, 27, 176, 213, 221, 333
Protopodocarpoxylon orientale 5, 27, 176, 189, 218, 333
Protopolyporoxylon, 21
Protosciadopityoxylon 29, 123, 124, 125, 156, 177, 218, 337
Protosciadopityoxylon jeholense 2, 4, 29, 121, 124, 156
Protosciadopityoxylon liaoningense 5, 29, 121, 124, 156, 157, 177, 218, 222, 224
Protosciadopityoxylon liaoxiense 4, 29, 121, 124, 156, 158, 326
Protospiroxylon 70

Prototaxodioxylon 21, 123, 124, 125, 158, 329
Prototaxodioxylon romanense 4, 121, 124, 158, 159, 160, 328
Prototaxopitys 18, 70
Prototaxopitys andrewsii 340
Prototaxoxylon 16, 18
Prototaxoxylon andrewsii 340
Prototaxoxylon gharifence 317
Psaronius iv, 97, 314, 322
Pseudotaxoxylon 27, 273
Pseudotaxoxylon chinensis 28, 273, 275, 334
Pseudotsugaxylon 28, 244
Pseudotsugaxylon pingzhangensis 28, 244, 246, 247
Psilophyton 314
Psymopteris 322
Pterocarya 31, 280
Pterocarya pterocarpa 280
Pterocarya stenopteta 31, 280, 281, 335
Pterophyllum 327, 332

Q

Qurcus 335

R

Rachopteris 322
Ranaoxylon 18
Raphalia 327, 331
Rehezamites 330, 331
Richthofenia 324
Rhus 335
Robinioxylon 32, 288
Robinioxylon zirkelii 32, 287, 288, 334
Ruffordia 332

S

Sabina 30, 268
Sabina wuhanensis 30, 268, 271
Sagenopteris 332
Sahnioxylon 2, 10, 23, 25, 31, 120, 123, 124, 170, 327
Sahnioxylon andrewsii 22
Sahnioxylon rajmahalense 10, 22, 31, 121, 124, 170, 172, 173, 174, 326
Sahnioxylon sp. 31, 121, 170, 330
Sanchucycas gigantean 23
Scalaroxylon 26, 317, 327, 337
Scalaroxylon jalaiddiense 4, 26, 101, 102, 103, 104, 325
Scalaroxylon multiflorum 4, 10, 26, 101, 105, 106, 107, 108, 114, 325
Scalaroxylon multiradiatum 23, 105
Schizolepis 327, 328, 329
Schwagerina 324
Sciadopityoxylon 5, 20, 28, 123, 124, 125, 159, 177, 223

Sciadopityoxylon heizyoense 4, 29, 121, 124, 159, 163, 176, 223, 225, 326
Sciadopityoxylon liaoningenses 5, 29, 177, 223, 226
Sciadopityoxylon westteini 159, 223
Sciadopitys 5
Sclerospiroxylon 18, 30, 70, 316
Sclerospiroxylon marguerierae 70
Sclerospiroxylon neimongolense 3, 7, 30, 33, 70, 72, 73, 74, 323
Scotoxylon 21, 30, 120, 123, 124, 125, 159, 337
Scotoxylon hornei 159
Scotoxylon yansingense 4, 30, 121, 124, 159, 161, 162, 328
Sequoiadendron gigantea 66
Sequoioxylon 29, 257
Sequoioxylon sequoianum 5, 29, 257, 259, 334
Selaginellites 331, 332
Septomedullopitys 16
Sewardioxylon sahnii 22
Shanxioxylon 2, 26, 50, 125
Shanxioxylon sinense 2, 7, 26, 34, 50, 52, 336
Shanxioxylon taiyuanense 2, 7, 26, 34, 50, 53
Sigillaria 322
Sinocarpus 331
Sinopalaeospiroxylon 30, 74, 75, 316, 317, 323
Sinopalaeospiroxylon baoligemiaoense 3, 6, 7, 30, 33, 74, 75, 76, 77, 78, 83, 323
Sinopalaeospiroxylon nanpiaoense 7, 30, 33, 78, 79, 80, 83, 321
Sinopalaeospiroxylon pingquanense 7, 30, 34, 78, 81, 82
Solenopitys 16-18
Solenoxylon 16
Sophora 32, 288
Sophora japonica 32, 288, 290, 335
Sophora tomentosa 288
Sphenobaiera 24, 327, 332
Sphenophyllum 322
Stangeria 23
Stauropteris 322
Stigmara 322
Svalbardoxylon 21
Szeioxylon 30, 83, 85
Szeioxylon exiguradiense 3, 7, 30, 33, 83, 84, 321
Szeioxylon xuzhouense 3, 7, 30, 34, 83, 85, 86

T

Taeniopitys 18
Taiwanioxylon 29, 259
Taiwanioxylon kraushennikovii 5, 29, 259, 260, 261, 334
Taxodioxylon 20, 29, 177, 223, 265
Taxodioxylon chinense 29, 260, 262, 334
Taxodioxylon cryptomerioides 5, 29, 177, 227, 260, 263, 333, 334

Taxodioxyton cunninghamioides 29, 264, 265, 334
Taxodioxyton goepperti 265, 223
Taxodioxyton sequoianum 1, 29, 264, 266, 334
Taxodioxyton szei 5, 29, 177, 227, 228, 229
Taxodioxyton sp. 5, 264, 267
Taxopitys 16, 18
Taxoxyton 20, 27, 177, 230
Taxoxyton goepperti 230
Taxoxyton liaoxiense 4, 27, 177, 183, 230
Taxoxyton pulchrum 5, 27, 177, 230, 231
Taxoxyton sp. 330
Taxus 321
Tetracentronites hungaricum 25, 118
Thallites 331
Tianoxyton 30, 114
Tianoxyton duanmutougouense 3, 7, 30, 101, 114-117, 325
Toona 32, 295
Toona ciliate 295
Toona sinensis 32, 295
Tordoxyton 19
Tsuga 28, 254
Tsuga dumosa 256
Tsuga cf. *dumosa* 28, 255, 256
Tsuga sieboldii 254
Tsuga-keteleeria 28
Tsuga-keteleeria longibracteata 28, 256, 257
Trigonomyelon 17
Tyrmia 327, 330, 331

U

Ulmus 335
Ulodendron 322

V

Vacciniaceoxyton 32, 301
Vacciniaceoxyton vacciniumoides 32, 301, 305

W

Waagenophyllum 324
Walchia 321, 322
Walchiopremnon 29, 85, 110
Walchiopremnon (?) *robledoense* 321
Walchiopremnon valdojolensis 85
Walchiopremnon gaoi 3, 7, 10, 29, 34, 85, 87, 321
Weltrichia 330
Wentzelella 324
Williamsonia 330
Williamsoniella 327, 330
Worsdellia 23, 345

X

Xenoxylon 2, 21, 30, 120, 123, 124, 125, 163, 177, 230, 316,

329, 332

Xenoxylon conchylianum 4, 31, 124, 163, 164
Xenoxylon ellipticum 3, 4, 31, 101, 118, 119, 121, 124, 163, 165, 325, 328
Xenoxylon fuxinense 4, 5, 31, 177, 230, 232
Xenoxylon hopeiense 1, 4, 5, 31, 121, 124, 166, 167, 177, 230, 233, 326, 330
Xenoxylon huolinense 4, 31, 177, 234, 235
Xenoxylon japonicum 4, 121, 124
Xenoxylon latiporosum 1, 4, 5, 31, 118, 120, 121, 124, 163, 168, 169, 177, 230, 234, 236, 326, 328, 330
Xenoxylon liaoningense 4, 31, 177, 234, 237
Xenoxylon peidense 4, 5, 31, 120, 121, 124, 170, 171, 177, 234, 237
Xenoxylon phyllocladoides 2
Xenoxylon yixianense 4, 5, 31, 177, 236, 238
Xenoxylon sp. 4, 31

Y

Yanliaoa 329
Yixianophyllum jingjiagouensis 330
Yorkoxyton 21

Z

Zalesskioxyton 3, 16, 17, 30, 88
Zalesskioxyton angustum 88
Zalesskioxyton chandaensis 92
Zalesskioxyton chiaii 2, 7, 30, 33, 88, 89, 321
Zalesskioxyton gondwanensis 92
Zalesskioxyton hallei 92
Zalesskioxyton jamudhiense 92
Zalesskioxyton lepekhinae 92
Zalesskioxyton ningwuense 7, 30, 34, 88, 90, 92
Zalesskioxyton raniganjensis 92
Zalesskioxyton rhodeanum 1, 7, 30, 33, 34, 48, 88
Zalesskioxyton sahani 92
Zalesskioxyton simplexum 92
Zalesskioxyton uniseriatum 92
Zalesskioxyton xiuqiense 3, 63
Zalesskioxyton yimaense 30, 88, 91, 92, 321
Zalesskioxyton zhesiense 3, 7, 30, 33, 92, 93, 323
Zamia 24
Zamites 327
Zelkova 31, 278
Zelkova crenata 278
Zelkova wuhanensis 31, 278, 279

中科院植物所图书馆



S0050057

收到期	2007.2.15
来源	赠阅
书价	268
单据号	
开票日期	





ISBN 7-5038-4504-X



9 787503 845048 >

ISBN 7-5038-4504-X

定价：268.00元